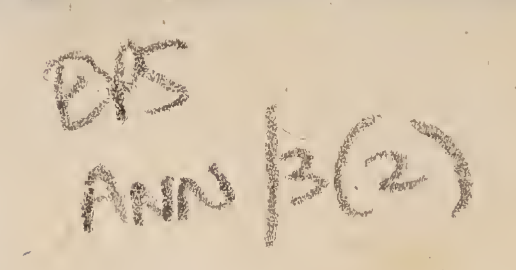



BPS
ANN 13(2)


Vitam impendere vero
Ex libris O. Borelli
LIT. ROLLA
ROMA

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

TOME XXXIV.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE,

Par MM. GAY-LUSSAC et ARAGO.

TOME TRENTE-QUATRIÈME.



A PARIS,

Chez CROCHARD, Libraire, cloître Saint-Benoît, n° 16, près la rue des Mathurins.

1827.

DE L'IMPRIMERIE DE C. THUAU,
SUCCESSEUR DE FEUGUERAY,
rue du Cloître Saint-Benoît, n° 4.

ANNALES

DE

CHIMIE ET DE PHYSIQUE.

Mémoire *sur l'Aimantation.*

(Lu à l'Académie des Sciences le 31 juillet 1826.)

Par Mr F. Savary.

Avant d'exposer les phénomènes qui sont l'objet de ce Mémoire, je crois devoir rappeler les découvertes récentes qui m'ont servi de point de départ, et quelques-unes des expériences qu'elles ont fait naître.

Il y a peu d'années on ne connaissait d'autres causes d'aimantation que l'influence des corps déjà aimantés et la force magnétique du globe terrestre. On pouvait attribuer à cette dernière action non-seulement les effets du choc, mais ceux de la foudre, et le magnétisme accidentel, sans direction constante, observé par Franklin, Van-Marum, Priestley et d'autres physiciens, dans les fragmens de fils de fer parcourus et brisés par une forte décharge électrique.

En 1820, peu de temps après la découverte d'Œrsted, M. Arago observa que la limaille de fer est at-

tirée et soutenue par le fil qui joint les pôles d'un appareil électro-moteur ; qu'elle s'en détache à l'instant où la communication est interrompue (1) ; que le courant donne aux aiguilles d'acier une aimantation permanente, dans une direction déterminée, perpendiculaire à sa propre direction, indépendante de l'action magnétique exercée par la terre ; que deux aiguilles parallèles formant avec le fil conducteur un angle droit, placées à des distances égales de part et d'autre de ce fil, acquièrent en sens opposé un même degré de magnétisme.

M. Ampère, qui dès-lors représentait un aimant par un système de courans fermés, perpendiculaires à l'axe magnétique, proposa de rouler en hélice le fil conducteur. Le résultat fut tel qu'il l'avait annoncé, quant à l'action énergique de ces hélices pour aimanter parallèlement à leur axe une aiguille enveloppée de leurs spires.

M. Arago reconnut que dans l'intérieur d'une hélice suffisamment longue par rapport à son diamètre et d'un pas très-court, des aiguilles parallèles à son axe, mais distribuées d'une manière quelconque, acquièrent des intensités magnétiques sensiblement égales. A l'extérieur, la même hélice aimante à peine, d'autant moins qu'elle est plus longue et que les spires sont plus rapprochées. Il est facile de représenter ces résultats, au

(1) M. Arago a quelquefois trouvé que la limaille s'attachait encore à un fil de platine, quelques instans après que la communication avait été détruite.

moyen de la loi analytique proposée par M. Ampère pour l'action mutuelle de deux élémens de courans.

On n'avait employé, dans ces expériences, que les courans voltaïques. M. Arago fit bientôt connaître un genre d'actions analogue, mais différent à plusieurs égards. Il reconnut qu'un courant d'électricité ordinaire produit par les machines à frottement possède la propriété de rendre l'acier magnétique, dès qu'en interrompant le conducteur on force l'écoulement à se faire par une suite de petites étincelles ; qu'un courant continu, lorsqu'il s'écoule dans le sol par un long fil métallique, ne produit aucune aimantation dans l'acier, n'exerce point d'attraction sur la limaille de fer.

M. Ridolfi a, long-temps après, annoncé qu'en faisant communiquer, au moyen d'un fil roulé en hélice, les coussins et le conducteur d'une excellente machine électrique, il était parvenu à aimanter des aiguilles d'acier par l'action du courant continu (*tacita corrente*) qui traverse le fil.

Pour les décharges électriques, comme pour la pile, la direction dans laquelle le magnétisme se développe est perpendiculaire à la direction du fil conducteur.

Une application utile de la propriété importante qu'il avait découverte se présenta de suite à M. Arago. L'aimantation lui fournit un moyen très-simple et très-exact de comparer la conductibilité des différens corps pour le fluide électrique accumulé jusqu'à de hautes tensions et sur de grandes surfaces. Ce moyen n'ayant pas encore été publié, il a bien voulu me permettre d'en donner ici la description.

Je suppose qu'un fil conducteur partant de l'armure

extérieure d'une batterie et rectiligne dans une portion de son étendue, se ramifie en un certain nombre de branches du même métal, toutes égales en diamètre, en forme et en longueur, et qui se réunissent toutes en un point commun. On place transversalement sur la partie droite de chaque fil, avant et après la ramification, des aiguilles d'acier, et l'on fait passer une décharge à travers tout le système. Elle parcourra tout entière le premier conducteur et se partagera entre les différentes branches en portions égales. L'aimantation des aiguilles placées sur le premier fil sera donc la mesure de l'effet produit par la quantité totale d'électricité : l'aimantation des aiguilles placées sur les fils ramifiés, la mesure de l'effet produit par une certaine fraction de cette quantité ; le tiers, s'il y a trois branches ; le dixième, s'il y en a dix. On formera ainsi une échelle des intensités magnétiques relatives à une fraction quelconque d'une décharge donnée. Si ensuite, substituant aux différentes branches, toutes d'un même métal, des fils semblables de différens métaux, on fait passer à travers ce nouveau système une seconde décharge égale à celle dont on connaît l'action, elle se partagera inégalement entre les différens fils, et des aiguilles pareilles aux premières, placées transversalement sur chacun d'eux, indiqueront, par le degré de leur aimantation, si un métal a transmis le tiers, un autre le quart, un autre le dixième de la quantité totale d'électricité.

Depuis les recherches de M. Arago, M. Nobili a publié sur l'aimantation quelques expériences intéressantes. L'une d'elles consiste à faire parcourir, soit à la décharge électrique, soit au courant de la pile (M. No-

bili n'a jamais séparé ces deux moyens d'aimantation), une spirale plane de fil de cuivre. Si entre les spires isolées les unes des autres on fixe, perpendiculairement à leur plan, des aiguilles d'acier, on trouve que les aiguilles situées vers le centre et les aiguilles voisines de la circonférence sont aimantées en sens contraire; que par conséquent à une certaine distance du centre l'aimantation est nulle. On pouvait facilement prévoir ce résultat, puisque, d'après la manière d'agir des fils conducteurs connue long-temps avant, les spires comprises entre le centre et une aiguille exercent sur elle une action contraire à l'action des spires extérieures.

J'ai répété l'expérience de M. Nobili pour obtenir quelques séries de mesures exactes, et j'ai trouvé que l'on calculait avec assez de précision la distance du centre à laquelle il n'y a point d'aimantation produite, du moins pour une pile faible, par la formule

$$\int \frac{a d\omega}{R} - \int\int \frac{d\omega\, dt}{r} = 0,$$

t représente le rayon vecteur, ω l'angle au centre pour un point quelconque de la spirale (1), r la distance des extrémités de l'aiguille à ce point, a et R les mêmes quantités relatives à la circonférence extérieure, par laquelle on peut supposer la spirale terminée. Cette formule est fondée sur la loi analytique proposée par M. Ampère.

---

(1) Ou plutôt le rayon d'une circonférence de cercle passant par ce point, avec laquelle la spire entière se confond sensiblement, les limites sont $\omega = 0$; $t = 0$

$\omega = 2\pi$ $t = a$.

Enfin, quant aux actions magnétiques des corps autres que le fer, jusqu'à la brillante découverte de M. Arago, on ne connaissait que les expériences de Coulomb, dont lui-même regardait les conséquences comme douteuses; et les traces de magnétisme observées, soit par M. Ampère dans des fils de cuivre soumis à l'action d'un courant voltaïque très-puissant, soit par M. Becquerel dans de petites aiguilles de différentes substances, enveloppées des spires d'un multiplicateur énergique.

Je passe maintenant à l'exposition des recherches auxquelles je me suis livré, snr les différens moyens d'aimantation que je viens de parcourir, recherches dans lesquelles j'ai eu l'avantage, qu'on appréciera facilement, d'être constamment soutenu par la bienveillance et les conseils de M. Arago.

Je m'occuperai d'abord de l'action magnétisante des décharges électriques transmises, 1°. par les fils conducteurs rectilignes; 2°. par les fils roulés en hélice. J'exposerai ensuite l'influence que les métaux, autres que le fer et l'acier, éprouvent et exercent dans ces phénomènes. Enfin, je parlerai des actions analogues, produites par les courans continus de la pile de Volta, et par les aimans eux-mêmes.

De l'Action des décharges électriques transmises par les fils conducteurs rectilignes.

Les expériences suivantes ayant pour objet de faire connaître la forme générale des phénomènes produits par des actions très-énergiques, j'ai dû employer des

aiguilles très-fines. On les disposait dans des directions horizontales, à différentes hauteurs, perpendiculairement au fil tendu en ligne droite et horizontal lui-même, leur milieu correspondant verticalement à ce fil. Pour cela, il est avantageux de les fixer le long de l'arête d'un plan très-légèrement incliné de manière à ce que, la première étant en contact avec le conducteur, les autres s'en éloignent presqu'insensiblement, et se trouvent cependant assez écartées pour que leur influence mutuelle ne puisse avoir d'action appréciable.

Je vais transcrire le résultat de quelques expériences: chacune d'elles a été répétée plusieurs fois, et toutes s'accordent d'une manière satisfaisante.

J'ai pris un fil de platine de $\frac{1}{4}$ de millimètre de grosseur et d'une longueur de 2 mètres. Il était tendu en ligne droite à une distance de plus d'un centimètre de la règle qui lui servait de support. Les aiguilles, trempées roides, avaient $\frac{1}{4}$ de millim. de diamètre, 15 mill. de longueur. Après les avoir aimantées par la décharge d'une batterie de 22 pieds de surface, qui était encore loin d'être chargée à saturation (1), on les a fait os-

---

(1) On ne donne pas ici les indications de l'électromètre, parce qu'elles ne pouvaient servir qu'à faire connaître si deux décharges différaient peu l'une de l'autre. J'ai depuis employé, comme mesure exacte des tensions, la balance de Coulomb, avec ce changement, que l'aiguille qui porte le disque mobile, au lieu d'être de verre, est métallique; que la boule fixe, au lieu d'être isolée, est supportée par une tige mince en métal. Alors, au moyen du fil d'argent auquel l'aiguille mobile est suspendue, on établit extérieurement la commu-

ciller. J'indiquerai le sens de l'aimantation, développée dans chaque aiguille, en appelant aiguilles aimantées positivement celles dont les pôles sont placés dans le sens où le courant d'une pile traversant le fil conducteur horizontal les aurait dirigées, si elles avaient eu une aimantation préalable, et que, suspendues au-dessus de ce fil, elles n'eussent pu se mouvoir que dans des plans horizontaux. Ce sens est le même, quelle que soit la distance de l'aiguille au fil. On devra entendre par ces mots, *aiguilles aimantées négativement*, celles dont les pôles seront dirigés en sens contraire. Cela posé, voici les temps des oscillations observées :

		Durée de 60 oscill.	Sens de l'aimantat.
1re aiguille en contact avec le fil pendant la décharge (1)....		52″,4	positive.
2e pendant la décharge, à..............	1m,2 du fil.	1′. 3,8	*id.*
3e	2,5	1.12,8	négative.
4e	3,7	44,6	*id.*
5e	5,0	40,0	*id.*

---

nication entre le disque mobile et la boule fixe. Si ensuite on fait communiquer tout le système à l'armure intérieure d'une batterie, les distances auxquelles le disque est repoussé indiquent à chaque instant l'état de la surface électrisée. Cet appareil, ainsi modifié, a toute la précision désirable.

(1) Les aiguilles étaient pendant la décharge à environ 2 cent. les unes des autres, et comme les dernières auraient été trop près des extrémités du fil, s'il n'y avait eu qu'un seul support légèrement incliné, on les avait disposées sur plusieurs plans parallèles entr'eux et liés invariablement.

6e	6m,0	41′,8	*id.*
7e	7,4	44,8	*id.*
8e	8,5	58,2	*id.*
9e	9,7	1.20,1	*id.*
0e	10,9	1.52,0	positive.
1e	11,8	1.18,6	*id.*
2e	12,5	1. 1,0	*id.*
3e	13,8	49,6	*id.*
4e	16,3	38,2	*id.*
5e	18,7	33,8	*id.*
6e	21,0	31,3	*id.*
7e	23,8	29,5	*id.*
8e	28,5	30,8	*id.*
9e	34,0	29,8	*id.*
20e	46,0	35,9	*id.*
21e	70,0	55,6	*id.*
22e	100,0	1.27,6	*id.*
23e	130,0	1.48,0	*id.*

On voit que le sens du magnétisme produit par la lécharge a changé deux fois, la première à 2 millim. du fil environ, la seconde à-peu-près à 10mil.,4. Le *maximum* pour les aiguilles négativement aimantées se trouve à 5 mill. du fil. Les *maxima* des aiguilles positives sont, l'un en contact avec le fil, l'autre à environ 3 cent. de hauteur. A ce dernier *maximum*, l'aiguille fait 60 oscillations en 29″,7. Aimantée à saturation par de forts aimans, elle fait 60 oscillations en 23″ environ. Aucune décharge dans les limites de celles que j'ai pu employer ne produit cet état de saturation, le fil conducteur restant le même et de même longueur.

Les aiguilles, fortement aimantées dans un sens comme dans l'autre, n'offrent ni points conséquens, ni centres multiples. On s'en assure facilement en examinant les courbes que la limaille de fer forme autour d'elles (1).

En soumettant à la même décharge des aiguilles de même trempe et de même diamètre, mais de longueurs très-différentes, de 15 mill., de 10 mill. et de 5 mill., on trouve que les distances du fil auxquelles ont lieu les changemens de signe ne diffèrent pas de 2 ou 3 dixièmes de millimètre, c'est-à-dire de quantités dont on peut à peine répondre dans de premières expériences.

Comme second exemple, je prends une longueur moitié moindre (1 mètre) du même fil de platine. Pour

---

(1) J'ai cherché, depuis la lecture de ce Mémoire, à déterminer la position des pôles en faisant glisser, le long des petites aiguilles suspendues horizontalement, un fil de cuivre très-fin, vertical et traversé par un courant voltaïque. On sait qu'aux pôles mêmes l'action du fil pour faire tourner les aiguilles est nulle, qu'en deçà et au-delà de ces points elle s'exerce en sens contraire. On trouve ainsi que, pour des intensités très-différentes, ils sont toujours fort près des extrémités et se rapprochent brusquement du centre, lorsque l'aimantation est sur le point de changer de signe, comme si les milieux des aiguilles conservaient seuls alors quelque aimantation. On conçoit par là comment le sens dans lequel ces aiguilles sont aimantées par la décharge dépend à peine de leur longueur. Il me reste à leur faire subir un dernier genre d'épreuve auquel j'ai soumis les aiguilles aimantées dans les hélices, c'est d'étudier le magnétisme de leurs fragmens après les avoir brisées.

une décharge pareille à la précédente, la forme de la série des intensités magnétiques, ainsi qu'on va le voir, est entièrement changée.

Aiguilles de 15 mill. de longueur.	Distance au fil pendant la décharge.	Durée de 60 oscill.	Sens de l'aimantation.
(1) 1re aiguille en contact avec le fil.......	0m,0	1'. 3",1	positive.
2e................	1 ,1	2 .29 ,0	négative.
Dans une autre série à	1 ,4	1 .48 ,3	*id.*
3e................	2 ,0	sans aimantation appréciable.	
4e................	3 ,0	1 .25 ,6	positive.
5e................	4 ,3	1 . 5 ,6	*id.*
6e................	5 ,5	1 . 3 ,0	*id.*
7e................	6 ,7	1 .13 ,6	*id.*
8e................	8 ,0	1'.32 ,2	positive.
9e................	8 ,6	3 , 8 ,0	très-peu négat.
10e................	9 ,6	1 .34 ,8	négative.
11e................	10 ,5	1 .17 ,2	*id.*
12e................	12 ,3	1 . 1 ,2	*id.*
13e................	13 ,5	56 ,4	*id.*
14e................	14 ,6	56 ,0	*id.*
15e................	15 ,7	59 ,4	*id.*
16e................	16 ,9	1 . 3 ,0	*id.*
17e................	18 ,2	1 . 5 ,0	*id.*
18e................	19 ,1	1 .16 ,8	*id.*
19e................	20 ,0	1 .34 ,2	*id.*
20e................	20 ,9	2 .29 ,0	*id.*
21e................	21 ,4	presque nulle, un peu négat.	
22e................	23 ,3	1 .23 ,7	positive.

(1) Cette aiguille offre à ses extrémités des traces de centres multiples.

23e................	32^{m},7	41″,4	*id.*
24e................	44 ,0	34 ,0	*id.*
25e................	70 ,0	43 ,2	*id.*
26e................	100 ,0	1 . 2 ,2	*id.*
27e................	130 ,0	1 .28 ,2	*id.*

Cette série offre quatre changemens de sens dans l'aimantation. Le premier a lieu à moins d'un millimètre du fil, le second à 2 millim., le troisième à 8$^{mil.}$,4; le dernier à 21$^{mil.}$,5. On voit que les aiguilles négatives dans la première série, sont positives dans celle-ci, et réciproquement. Le dernier *maximum*, qui se trouvait à 3 cent. de hauteur, est à 4 cent. et demi. Sa valeur est moindre : elle n'est plus que de 34″.

Dans les mêmes circonstances, pour des aiguilles de 10 mill. de longueur, les mêmes changemens de signe ont eu lieu à 0$^{mil.}$,5 ; 2$^{mil.}$,5 ; 9$^{mil.}$,5 et 20$^{mil.}$,5 environ. Pour des aiguilles de 5 mill. de longueur à 0$^{mil.}$,5 ; 3$^{mil.}$,2 environ ; 10$^{mil.}$,5 et 20 mill. environ. Ces distances sont presque les mêmes que l'on obtient pour des aiguilles de 15 mill.

Je passe à un troisième exemple. Pour la même décharge, un fil de platine plus gros que le précédent, de 0$^{mil.}$,37 de diamètre et de la même longueur (1 mètre), a donné quatre fois des changemens de signe, à-peu-près à des distances de 3, 5, 9 et 12 millimètres du fil. Au-delà jusqu'à 2 cent., on ne trouve que des aiguilles très-faiblement aimantées, entre lesquelles pour des décharges plus fortes se manifesterait une troisième période, sinon par des changemens de signe, au moins par des variations d'intensité, ainsi que je l'ai observé dans une série obtenue avec un fil

de laiton d'un diamètre sensiblement égal. Pour le fil de platine dont je viens de parler, l'aiguille la plus aimantée se trouvait à une distance d'environ 6 cent. du fil. Elle employait 56″ à faire 60 oscillations. L'aiguille la plus aimantée, pour le fil plus fin et de même longueur cité précédemment, faisait le même nombre d'oscillations en 34″, et ne se trouvait qu'à une distance de 4 cent. et demi du fil (1).

Pour achever la comparaison entre différens fils de platine, j'en choisis un beaucoup plus fin que les précédens. Il a $\frac{1}{8}$ de millimètre de grosseur. Une longueur d'un mètre de ce fil, pour une décharge égale aux précédentes, a donné les résultats suivans :

Aiguilles de 15 mill. de longueur.	Distance au fil pendant la décharge.	Durée de 60 oscillations.	Sens de l'aimantation.
1er en contact avec le fil.........	0m.0	34″,4	positive.
2e..............	1 .2	25 ,2	*id.*
3e..............	2 .6	24 ,1	*id.*
4e..............	5 .0	24 ,3	*id.*
5e..............	7 .4	24 .0	*id.*

(1) Sur le même fil de platine de 0mil.,37 de diamètre, mais d'une longueur de 0mèt.,65 seulement, et pour une décharge plus forte que les précédentes, de petites aiguilles de 5 mill., ont changé cinq fois de sens d'aimantation : le dernier changement a eu lieu à 28 mill. du fil. Les aiguilles en contact avec le fil même étaient aimantées négativement et les plus aimantées de toutes. Il fallait s'éloigner jusqu'à 10 cent. du fil pour retrouver une aimantation un peu forte.

6e..............	9m.7	23″,3	positive.
7e..............	12 .0	23 ,5	*id.*
8e..............	15 .1	24 ,9	*id.*
9e..............	18 .5	27 ,0	*id.*
10e..............	22 .5	25 ,8	*id.*
11e..............	28 .0	27 ,0	*id.*
12e..............	34 .0	30 ,9	*id.*
13e..............	45 .0	37 ,6	*id.*
14e..............	70 ,0	1′. 1 ,8	*id.*
15e..............	100 .0	1 .37 ,2	*id.*
16e..............	130 .0	2 . 0,5	*id.*

Cette série n'offre plus de changemens de signe. A peine remarque-t-on, au commencement, des variations d'intensité. Elle est importante en ce que, 1°. le *maximum* d'intensité magnétique se trouve à 11 mill. de hauteur, environ cinq fois plus près du fil, que lorsqu'on emploie un fil de platine trois fois plus gros. 2°. Ce *maximum* est l'état de saturation qu'on obtient avec les aimans, et sa valeur est près de six fois plus grande que la valeur donnée par le fil d'un diamètre triple. En même temps que le *maximum* s'approche du fil, le décroissement des intensités au-delà de ce *maximum* devient plus rapide.

Si l'on fait passer à travers le fil de $\frac{1}{8}$ de millimètre de grosseur et de 1 mètre de longueur, des décharges de moins en moins fortes, on voit le *maximum* diminuer très-lentement en se rapprochant du conducteur; mais on n'obtient jamais de changemens de signe dans l'aimantation; jamais de séries analogues à celles qu'ont présentées les autres fils. Réciproquement, en diminuant graduellement les décharges, on n'obtient jamais

avec les autres fils plus gros et de même longueur la série que vient d'offrir le fil le plus fin. Les changemens de signe disparaissent bien alors, et l'on n'observe plus, à leur place, que des variations d'intensité; mais en même temps la valeur des *maxima* diminue à mesure qu'ils se trouvent à de moindres hauteurs.

Si, au contraire, on fait passer à travers ces fils d'un plus gros diamètre, sans changer leur longueur, des décharges plus fortes que celle dont on a décrit précédemment les effets, on voit le *maximum* d'aimantation augmenter un peu de valeur, mais en s'éloignant de plus en plus, et la série changer de forme, mais sans rentrer dans aucune des autres séries, du moins dans les limites de force électrique de la batterie employée.

Dans les expériences précédentes, une décharge donnée a toujours produit une aimantation d'autant plus forte que la longueur du fil était plus grande par rapport à son diamètre. Cet accroissement d'effet a une limite. Voici les séries que donnent, pour une même décharge beaucoup plus faible que les décharges précédentes, trois longueurs du même fil de platine de $\frac{1}{8}$ de mill. de diamètre.

Longueur du fil $0^{mèt.}.50$.

Aiguilles de 15 mill. de longueur.	Distance au fil pendant la décharge.	Durée de 60 oscillations.	Sens de l'aimantation.
1..............	$0^m.4$	1'. 0'',0	positive.
2..............	1 .3	1 .57 ,5	négative.
3..............	2 .5	54 ,0	*id.*
4..............	5 .0	1 .21 ,6	*id.*
5..............	6 .1	1 .28 ,8	positive.

6...............	7^{m}.6	47″,2	positive.
7...............	9 .0	37 ,9	*id.*
8...............	11 .4	31 ,7	*id.*
9...............	13 .8	29 ,4	*id.*
10...............	21 .0	29 ,8	*id.*
11...............	33 .0	34 ,2	*id.*
12...............	44 .2	45 ,6	*id.*

Une aiguille placée fort loin de la troisième, et sensiblement à la même distance du fil conducteur, était pareillement négative et faisait 60 oscillations en 54″,8.

Longueurs du même fil $1^{\text{mèt.}}$.0 et $4^{\text{mèt.}}$.30.

Aiguilles de 15 mill.	Distance au fil pendant la décharge.	Durée de 60 oscillations. Longueur du fil. $1^{\text{mèt.}}$	$4^{\text{mèt.}}$.30.	Sens de l'aimantation.
1.......	0^{m}.0	1′. 6″,4	39″,8	positive.
2.......	1 .2	31 ,6	29 ,9	*id.*
3.......	5 .0	25 ,5	26 ,1	*id.*
4.......	8 .5	25 ,5	29 ,9	*id.*
5.......	11 .4	24 ,6	36 ,7	*id.*
6.......	22 .6	31 ,4	1′.12 ,2	*id.*
7.......	34 .0	44 ,0	1 .58 ,5	*id.*
8.......	45 .0	1′. 6 ,2	2 .26 ,5	*id.*

On voit, en comparant les trois séries précédentes, 1°. que le fil d'un mètre a donné le *maximum* absolu le plus élevé; 2°. que les *maxima* relatifs à chaque série se trouvent d'autant plus près du fil, que ce fil est plus long, les diamètres restant ici les mêmes.

En général, pour une même batterie, des fils de même nature et des aiguilles pareilles, la forme de la série dépend de trois choses, l'intensité de la décharge, le dia-

mètre et la longueur du fil. La décharge et la longueur du fil ne variant pas, il y a un diamètre pour lequel le *maximûm* d'aimantation a la plus grande valeur; pour des diamètres plus grands ou plus petits, ce *maximum* est moindre. La décharge et le diamètre du fil restant les mêmes, on trouve une longueur pour laquelle le *maximum* est plus grand que pour toute autre longueur plus grande ou plus petite.

La longueur ou le diamètre qui donnent ainsi la plus grande aimantation sont, l'une d'autant plus petite, l'autre d'autant plus grand que le fil est moins conducteur.

Le *maximum* d'aimantation est d'autant plus loin du fil, le nombre de changemens de signe dans l'intervalle d'autant plus considérable, que la longueur du fil est moindre par rapport à son diamètre.

On obtient des séries pareilles au moyen de décharges égales, en faisant varier à la fois la longueur et le diamètre du fil d'après une certaine relation (1). Lorsque les longueurs et les diamètres de deux fils ne satisfont point à cette relation, on ne peut pas en général, au moyen de décharges égales ou différentes, obtenir sur les deux fils des séries exactement pareilles. La dis-

(1) Cette relation diffère sensiblement de la relation simple qui, d'après les recherches de M. Davy et de M. Becquerel, doit exister entre deux fils conducteurs de même nature, pour qu'ils transmettent avec une égale intensité un même courant voltaïque. On sait qu'alors le rapport des longueurs de ces fils à leurs sections transversales doit être constant.

parité se manifeste surtout, lorsque les fils et la décharge sont dans les conditions nécessaires pour que l'aimantation change de signe avec la distance.

Je n'ai point encore fait de série complète avec des fils dont la grosseur fut de plus d'un millimètre. Mais je me suis assuré qu'une tige en laiton de 5 millimètres d'épaisseur donne encore, suivant l'intensité de la décharge, des aiguilles aimantées dans des sens différens.

Dès que la partie du fil conducteur tendue en ligne droite a une longueur suffisante, la forme de la partie qui n'est pas tendue n'a pas d'influence sur l'aimantation, tandis que sa longueur en a beaucoup, ainsi qu'on vient de le voir.

Tous les points du fil exercent des actions égales, du moins dans ces longueurs peu considérables. En effet, aux mêmes hauteurs, des aiguilles fort éloignées les unes des autres, pourvu qu'elles ne soient pas trop près des extrémités de la partie rectiligne, reçoivent exactement la même quantité de magnétisme et dans le même sens. Cela est encore vrai, lorsque parmi les aiguilles les unes sont enveloppées dans des tubes de verre scellés à la gomme laque, les autres exposées sans enveloppe à l'action du courant. Cette dernière épreuve n'est que la répétition d'une des premières expériences de M. Arago. Elle ne permet pas de supposer qu'une partie de la décharge, lorsque le fil est très-fin, soit transmise par l'air et les corps voisins, ou du moins qu'une telle partie puisse avoir une influence sensible. Enfin, pour écarter la supposition que les règles de bois sec placées au-dessous des fils puissent avoir quelque action, il suffit de disposer des aiguilles,

les unes au-dessus, les autres au-dessous du conducteur horizontal, en sorte que ces dernières soient très-près du plan qui sert de support. On trouve, ainsi qu'on pouvait le prévoir, à des distances du fil égales de part et d'autre, une même intensité magnétique et des polarités contraires.

Pour étudier l'influence mutuelle des différentes parties d'un circuit, j'ai disposé trois séries d'aiguilles sur trois fils de laiton placés à la suite les uns des autres et joints ensemble par leurs extrémités. Chaque fil avait un mètre de longueur; le premier, situé entre les deux autres, $0^{mil.},125$, le second $0^{mil.},375$, le troisième $0^{mil.},75$ de diamètre. Sur tous, l'aiguille *maximum* d'intensité positive faisait 60 oscillations en 36″; pour le fil le plus fin isolément, le *maximum* aurait eu sensiblement la même valeur; il aurait été pour les deux autres de 57″ et 1′.4″ environ. Les changemens de signe se trouvaient sur les trois fils, le premier entre 3 et 4 mill. de hauteur, le second entre 13 et 14 mill. Les aiguilles aimantées négativement l'étaient un peu moins sur le fil le plus gros. Essayés isolément, les deux derniers fils donnaient pour une décharge égale quatre fois des changemens de signe. Le fil très-fin n'en produisait que deux, l'un à 4 mill., l'autre environ à 11 mill. de hauteur.

L'égalité d'action qui a lieu dans tous les points d'un même fil conducteur subsiste donc encore à très-peu près dans toute l'étendue d'un circuit composé de plusieurs fils de diamètres différens, du moins à quelque distance des points de jonction. La forme des périodes est la même sur tous, sauf de légers déplacemens dans la po-

sition des changemens de signe, et la même que sur un fil égal en longueur à la somme de toutes les longueurs et d'un diamètre intermédiaire entre tous les diamètres. Si l'un des fils est très-fin, quelque place qu'il occupe dans le circuit par rapport aux autres, il leur communique à-peu-près ses propriétés, tandis que sa manière d'agir n'éprouve que de faibles modifications. Les choses se passent, par rapport à ce fil, comme si on l'allongeait très-peu; par rapport aux autres, comme si on augmentait beaucoup leur étendue. Les conducteurs invariablement fixés à une batterie doivent donc être assez gros pour que leur influence soit négligeable.

Il ne faudrait pas étendre ce qu'on vient de dire de l'égalité d'action observée dans tout un circuit, à un système de fils de diamètres trop différens, comparables aux distances où les changemens de signe ont lieu; ni au cas où *pendant* la décharge un des fils change d'état, est entièrement volatilisé.

Dans le but de savoir si la force magnétisante d'une décharge serait modifiée par une résistance qui, dans chaque milieu, tendrait à empêcher le fil conducteur de se dilater, ou s'opposerait à de petits mouvemens transversaux, j'ai rempli de mercure un tube de cristal dont le diamètre extérieur avait à-peu-près 4 mill., et le diamètre intérieur 4 dixièmes de millimètre. Les extrémités étaient fermées par deux fils de laiton fixés avec un peu de cire et en contact avec le mercure. Sous le rapport de la pression exercée pendant la décharge, l'effet a été de séparer le tube en deux, précisément au milieu de sa longueur, de le briser tout près de

ses extrémités, et de le sillonner symétriquement à partir du milieu jusqu'aux deux quarts et un peu au-delà, par des fissures obliques telles que les présenteraient les filets de deux hélices tournant en sens contraire. Les deux autres quarts du tube jusqu'aux extrémités étaient intacts. La pression avait été un peu plus forte aux quarts mêmes; car, en ces deux points, le mercure était sorti en gouttelettes très-fines, bien qu'il eût été chassé plus abondamment aux deux bouts et au milieu. Il faut éviter que de petites bulles d'air ou d'eau interrompent le filet métallique : cela suffirait pour déterminer la rupture aux points de partage.

Sous le rapport de l'aimantation, la série présente une irrégularité notable. Vis-à-vis du point de rupture au milieu du tube se trouve une aiguille très-faiblement aimantée entre deux aiguilles qui le sont fortement. Cette expérience n'a pas été répétée.

Lorsqu'un fil très-fin de laiton, de platine, a une longueur telle que l'aimantation produite par une forte décharge puisse présenter des changemens de signe, et que ce fil est brisé par le courant, les effets magnétiques, excepté peut-être à une très-petite distance du point de rupture, restent les mêmes que si le fil n'avait pas cessé d'être tendu.

Après avoir fait passer une décharge très-forte à travers un fil conducteur, on n'obtient plus tout-à-fait sur ce fil les mêmes séries d'intensités magnétiques pour des quantités d'électricité sensiblement égales. Cette altération très-faible peut dépendre quelquefois d'une oxidation superficielle, et doit tenir en général à l'état

de recuit du métal porté pendant la décharge à une haute température (1).

Jusqu'ici j'ai supposé toutes les aiguilles de même diamètre ($\frac{1}{4}$ de mill.) et de même trempe (la trempe roide). Ces deux circonstances, la trempe et le diamètre, ont la plus grande influence sur le sens et l'intensité de l'aimantation que peuvent produire une décharge et un conducteur donnés, tandis que, comme on l'a vu, la longueur des aiguilles n'en a presque point.

Comme exemple de la manière dont les *maxima* et les changemens de signe dans l'aimantation se déplacent avec la trempe, je transcris les séries suivantes obtenues sur un fil de laiton de $\frac{1}{8}$ de millimètre de diamètre, et par une seule décharge. Les aiguilles avaient toutes 15 millimètres de longueur et $0^{mil.},30$ de diamètre. Elles avaient toutes été coupées dans le même bout d'acier.

---

(1) J'ai cherché si, comme M. de La Rive et M. Marianini l'ont remarqué pour les fils qui ont servi à établir la communication entre les pôles d'une pile, un fil de platine qui vient de transmettre une forte décharge donnerait, lorsqu'on plonge ses extrémités dans un liquide conducteur, des traces de courant électrique. Je n'en ai point observé ; mais l'appareil dont je me servais n'était point assez sensible, et cette expérience mérite d'être répétée.

1re Série. Aiguilles trempées roides.

	Distance au fil pendant la décharge.	Durée de 60 oscillations.	Sens de l'aimantation.
1	0m,6	1′.22″,8	positive.
2	1 ,6	1 .13 ,4	*id.*
3	2 ,6	1 .20 ,0	*id.*
4	3 ,9	2 .14 ,5	*id.*
5	4 ,9	1 .42 ,0	négative.
6	6 ,3	1 .13 ,6	*id.*
7	7 ,6	1 . 5 ,8	*id.*
8	9 ,8	1 . 5 ,6	*id.*
9	10 ,8	1 . 0 ,8	*id.*
10	12 ,4	1 .35 ,4	*id.*
11	14 ,8	2 .14 ,4	positive.
12	45 ,0	42 ,2	*id.*

2e Série. Aiguilles non trempées, flexibles.

1	0m,0	1′.58″,5	positive.
2	1 ,2	3 .50 .0	*id.*
3	2 ,4	1 .49 ,5	*id.*
4	3 ,8	1 .18 ,0	*id.*
5	5 ,3	1 . 1 ,2	*id.*
6	6 ,3	56 ,4	*id.*
7	7 ,3	51 ,6	*id.*
8	9 ,4	50 ,2	*id.*
9	10 ,3	48 ,4	*id.*
10	12 ,8	46 ,8	*id.*
11	15 ,4	47 ,2	*id.*
12	42 ,0	1 .10 ,6	*id.*

Les aiguilles trempées roides présentent deux changemens de signe; les aiguilles non trempées offrent seulement à quelque distance du fil un *minimum* d'intensité. Le *maximum* des aiguilles trempées roides est bien

plus loin du fil, et a une valeur plus élevée que celui des aiguilles flexibles.

En général l'aimantation, dans l'état de trempe roide, est un état d'équilibre entre des forces et des résistances plus grandes. Une faible cause extérieure l'altère plus difficilement. Dans cet état, les aiguilles acquièrent un *maximum* plus élevé, soit dans un sens, soit dans le sens opposé, l'atteignent pour une moindre décharge, ne commencent à s'en éloigner d'une manière sensible que pour des décharges plus fortes et changent plus brusquement de signe. Le mode d'aimantation dû à M. Arago offre ainsi le moyen de comparer avec exactitude les différens degrés de la force coercitive, qui augmente bien à mesure que le *maximum* d'intensité magnétique (l'état de saturation) s'accroît lui-même, mais qui peut encore varier beaucoup lorsque ce *maximum* change très-peu.

L'influence du diamètre des aiguilles sur l'aimantation qu'elles reçoivent ne peut pas être dégagée des autres causes qui, telles que la trempe, font varier les résultats. Car les couches intérieures d'une aiguille épaisse ne peuvent avoir pris, dans le refroidissement subit, la même disposition que les couches extérieures. Quoi qu'il en soit, j'extrais d'une série faite avec des aiguilles de trois grosseurs différentes et de 15 mill. de longueur, sur un fil de laiton de $0^{mil.},125$ ($\frac{1}{8}$ de mill.), les valeurs suivantes des intensités magnétiques à des hauteurs égales.

Distance de l'axe des aiguilles au fil pendant la décharge.	Durée de 60 oscillations.		
	Aig. de $0^m.30$ de diamètre.	Aig. de $0^m.80$ de diamètre.	Aig. de $1^m.75$ de diamètre.
$0^m.8$	1'.10'' pos.	2'. 0'' pos.	1'.39'' pos.
17 .0	58 nég.	59 *id.*	1 .46 *id.*
27 .0	58 pos.	1 . 3 *id.*	*d.*
Maximum d'intensité des aiguilles aimantées avec des aimans.	25	31	.57 *i* 44

Au lieu des changemens de signe qu'offrent les aiguilles minces, les aiguilles moyennes ne présentent qu'un *minimum* en contact avec le fil même, et les grosses aiguilles un décroissement continu d'intensité à mesure qu'elles s'éloignent de ce fil.

Les séries que présentent les aiguilles moyennes et les plus épaisses, sont celles que l'on obtiendrait avec les petites aiguilles pour des décharges de plus en plus faibles; pour des décharges de plus en plus fortes, les aiguilles épaisses offriraient elles-mêmes des changemens de signe.

Le phénomène du renversement des pôles produit dans les aiguilles de boussole par la foudre pouvait déjà s'expliquer par les faits connus, puisque le fluide, suivant qu'il passe d'un côté ou de l'autre de ces aiguilles, toutes choses égales d'ailleurs, doit les aimanter dans des sens opposés. Mais ce phénomène admet encore une autre explication fondée sur les faits qui précèdent. Car le fluide passant toujours du même côté de l'aiguille, le sens de l'aimantation dépend encore de la distance et de l'intensité du coup. On remarquera même que les aiguilles de boussole se trouvent dans les circonstances qui facilitent la production des alternatives

de magnétismes contraires. Elles ont une très-petite épaisseur, ce qui les met à-peu-près dans l'état de filets isolés d'un très-petit diamètre, et reçoivent la trempe roide.

De l'Action des décharges transmises par les fils conducteurs roulés en hélice.

Les aiguilles que j'ai employées dans les expériences suivantes avaient 15 mill. de longueur, $\frac{1}{4}$ de mill. de diamètre ; elles étaient trempées roides.

J'ai roulé en hélice sur un cylindre creux de bois sec, long de 9 cent. et d'environ $6^{mil.}$,5 de diamètre, un fil de laiton de $0^{mil.}$,180 de grosseur. Le pas de l'hélice avait environ 3 mill. de hauteur. Pour une longueur de fil de $0^{mèt.}$,80, des aiguilles pareilles, placées successivement au milieu du cylindre, dans la direction de son axe, ont été aimantées par des décharges de plus en plus fortes. Voici, pour chaque aiguille après l'aimantation et dans l'ordre d'intensité croissante des décharges, la durée de 60 oscillations : + 25″,6 ; + 56″,8 ; — 38″,2 ; — 25″,5 ; + 28″,9 ; + 27″,1 ; — 42″,0 ; — 33″,1 ; — 57″,6 ; + 27″,8 ; + 23″,0 ; + 34″,6 ; — 1′.15″ ; + 31″,3. Le signe + indique que l'aiguille était aimantée dans le sens où un courant voltaïque la dirigerait, ce que j'ai appelé jusqu'ici *positivement aimantée ;* le signe — indique un sens d'aimantation contraire.

Cette série présente six fois des changemens de signe. La seconde décharge (qui correspond au nombre +56″,8) était équivalente, pour la quantité de fluide électrique, à celle d'une bouteille de Leyde ordinaire. Tirée

de la batterie, on apercevait à peine un point lumineux.

On obtiendrait peut-être avec une moindre longueur de fil un plus grand nombre de changemens de sens dans l'aimantation. Quand, au contraire, on allonge le fil, la partie roulée en hélice restant la même, non-seulement il faut une force plus grande pour obtenir les premiers renversemens de pôles, mais à la place des changemens de signe suivans, on ne trouve plus que des variations d'intensité magnétique : ainsi, pour des décharges égales à celles de la série précédente et un fil pareil, mais d'une longueur double ($1^m.6$), les nombres correspondans aux 3e, 5e, 7e, 9e, 11e, 12e et 13e observations de cette série sont $+ 25'',0$; $- 31'',9$; $+ 31'',0$; $+ 25'',6$; $+ 51'',6$; $+ 54'',6$ et $+ 46'',0$. Au-delà, l'aimantation continue à augmenter dans le même sens.

La période que forment les quatre dernières valeurs est ce que devient, par l'effet de l'allongement du fil, la période comprise entre la 6e et la 10e observation dans la première série. On voit combien elle en diffère. Ces deux périodes devraient cependant être identiques, si l'effet dû à l'allongement du fil pouvait être compensé par l'accroissement d'intensité des décharges. Cette compensation ne peut donc avoir lieu. On ne doit pas oublier que, dans les deux cas, la partie du fil qui agit immédiatement sur les aiguilles est exactement la même. Une conclusion pareille s'est déjà présentée dans l'examen de l'action des conducteurs rectilignes.

Je ne rapporterai point ici les différentes séries d'intensités magnétiques que l'on obtient en employant des longueurs du même fil de plus en plus grandes. Tandis

qu'avec le fil long de $0^{mèt.},80$, le premier renversement de pôles avait lieu pour une quantité de fluide qui ne surpassait guères la charge d'une simple bouteille de Leyde, ce n'est que pour une très-forte décharge de la batterie de 22 pieds de surface qu'on obtient le même effet avec un fil d'un diamètre égal et de 11 mètres de longueur, la partie roulée en hélice étant la même dans les deux cas. Mais ce fil a donné des aiguilles aimantées à saturation (faisant 60 oscillations en un peu moins de 23″) dans un sens comme dans l'autre.

Le pas de l'hélice restant toujours le même, un fil de laiton de $0^{mil.},09$ de diamètre, long de $6^{m},5$, n'a plus donné de renversemens de pôles. Je n'en ai pas plus obtenu avec un fil d'argent de $\frac{1}{40}$ de millimètre de diamètre, long de $0^{m}.25$, depuis les plus faibles décharges jusques à celles qui le réduisaient complètement en fumée. Le *maximum* d'intensité magnétique était pour ces fils l'état de saturation.

J'ai fait communiquer par l'une de leurs extrémités l'hélice formée de ce même fil d'argent et une hélice pareille formée d'un fil de cuivre beaucoup plus gros. Une décharge, passant d'une hélice à l'autre, a produit dans la seconde des changemens de sens magnétique, lors même que le fil très-fin était complètement vaporisé, et bien qu'il aimantât constamment dans le même sens les aiguilles soumises à son action directe. Ainsi, dans le cas où les diamètres des fils qui composent un circuit sont très-différens, où du moins un de ces diamètres est d'une ténuité extrême; plutôt enfin, lorsque pendant la décharge un des fils change d'état, l'action des différentes parties du circuit peut n'être pas égale.

En général, pour un même fil et sur une même hélice, le premier *maximum* augmente de valeur quand le fil devient plus long, et diminue quand son diamètre s'accroît. Dans le premier cas, il faut une force plus grande pour obtenir le premier renversement de pôles ou la période de variations d'intensité qui le remplace; dans le second, une force moindre. Un *maximum* quelconque est d'autant plus élevé que les limites de la période à laquelle il appartient sont plus écartées.

Je passe maintenant au cas où, laissant invariables le diamètre et la longueur du fil, on change successivement la longueur, le diamètre et le pas de l'hélice.

La longueur des hélices, dès qu'elle est égale à sept ou huit fois leur diamètre et deux ou trois fois plus grande que la longueur des aiguilles, n'a presque plus d'influence appréciable sur l'intensité de l'aimantation.

Les expériences de M. Arago ont démontré, comme je l'ai déjà dit au commencement de ce Mémoire, que des aiguilles pareilles, disposées d'une manière quelconque dans l'intérieur d'une grande hélice, du moins à quelque distance de ses extrémités, reçoivent toutes parallèlement à son axe le même degré d'aimantation (1); qu'enfin ce degré d'aimantation est sensiblement le même dans deux hélices de diamètres différens, pourvu qu'elles soient assez longues, que leurs pas soient égaux et suffisamment courts. Lorsque les spires sont un peu éloignées, de 3 mill. par exemple, les hélices ont une action d'autant plus grande que

(1) Cela est encore vrai, dans quelque sens que les aiguilles soient aimantées.

leur diamètre est plus petit ; mais cet accroissement d'énergie est extrêmement faible. Il est presque insensible et tout-à-fait négligeable pour un pas moitié moindre, 1$^{mill.}$,5. Le moyen le plus exact de constater ces petites différences est de placer, l'une dans l'autre, comme l'avait fait M. Arago, deux hélices qui tournent dans le même sens, et de faire communiquer par leurs extrémités les fils qui les recouvrent. Le courant les traverse alors en sens contraire ; elles agissent en sens contraire sur des aiguilles placées dans l'hélice intérieure, et ces aiguilles, ou restent sans aimantation, ou n'acquièrent pour les plus fortes décharges qu'un magnétisme très-faible dans le sens que l'hélice du plus petit diamètre tend à leur donner. Cependant ce magnétisme croît peu à peu avec l'intensité de la décharge.

Si les deux hélices, placées l'une dans l'autre et toujours de même pas, au lieu de tourner dans le même sens, tournent en sens contraire, l'une *dextrorsùm*, l'autre *sinistrorsùm*, le courant les traverse longitudinalement dans des directions opposées, et transversalement, leurs actions, toujours à très-peu près égales, s'ajoutent, au lieu de se détruire, comme elles le faisaient dans le cas précédent. On peut ainsi mesurer les effets de forces doubles, triples, quadruples. Il suffit de faire arriver la décharge, d'abord à une hélice simple, de là à un système de deux, trois ou quatre hélices de même pas renfermées les unes dans les autres et tournant alternativement en sens contraire. L'action mutuelle des hélices qui s'enveloppent est cependant ici, comme on le verra plus loin, une cause d'erreur ;

mais cette erreur est très-faible, si le fil dont elles sont toutes formées est assez fin.

Voici, pour des charges électriques dont les intensités peuvent grossièrement être représentées par les nombres 2, 3, 4, $4\frac{1}{2}$ et 5, les durées d'oscillation qui mesurent le magnétisme des aiguilles aimantées, les unes dans l'hélice simple dont je me suis précédemment servi; les autres dans le système de deux hélices de même pas, que j'appellerai, pour abréger, *hélice double*.

Intensités des charges électriques.	Durée de 60 oscillations.	
	Hélice simple.	Hélice double.
2..................	+ 23",5	+ 22",9
3..................	+ 22 ,9	+ 30 ,4
4..................	+ 27 ,2	+ 1'. 2 ,0
$4\frac{1}{2}$..................	+ 31 ,8	— 1 .17 ,0
5..................	— 32 ,8	— 23 ,5

On voit déjà par ces évaluations, bien qu'elles soient encore assez grossières, non-seulement que l'action d'une décharge double est très-différente du double de l'action d'une décharge simple, mais encore que le rapport de ces deux forces est variable et dépend de leur intensité absolue.

Une hélice double agit sensiblement comme une hélice simple d'un pas moitié plus court, la longueur du fil étant la même pour toutes les deux.

On peut s'assurer que s'il passe quelque portion de la décharge d'une spire à l'autre, sans en suivre les contours, cette portion est tout-à-fait négligeable, du moins pour les hauteurs de pas et les fils que j'ai employés. Il suffit d'isoler complètement avec de la gomme

laque les spires d'une hélice un peu longue, dans une moitié de sa longueur. On obtient, en faisant passer une décharge à travers cette hélice, des intensités magnétiques exactement égales dans l'une et l'autre moitié, quel que soit le sens de l'aimantation, qu'elle atteigne son *maximum* ou qu'elle soit presque nulle.

Puisque, dans tout l'intérieur d'une hélice, des aiguilles semblables sont également aimantées, tous les points de ces aiguilles éprouvent des actions égales. Les différences d'aimantation que présenteraient les différentes parties d'une même aiguille ne pourraient donc être attribuées qu'à la réaction de ces parties les unes sur les autres. Afin d'apprécier l'influence de ces réactions, j'ai pris des aiguilles de même trempe et de même diamètre, mais de trois longueurs, 15 mill., 10 mill. et 5 mill. J'ai placé dans une même hélice, à chaque décharge, trois nouvelles aiguilles, une de chaque longueur. Après les avoir aimantées, on les faisait osciller. On brisait ensuite les aiguilles moyennes en deux, celles de 15 mill. en trois parties égales, et l'on faisait osciller ces fragmens égaux aux plus petites aiguilles. Voici ce que l'on remarque alors : les fragmens d'une même aiguille, égaux entr'eux, sont toujours aimantés dans le même sens, celui de l'aiguille entière, et également aimantés. Du moins les différences, en général très-petites, conservent toujours d'une extrémité à l'autre le même signe, ce qui annonce seulement une inégalité graduelle dans la trempe des différens points de l'aiguille, inégalité presque inévitable, puisqu'en général ces points ne plongent que successivement dans le liquide froid.

Les nombres qui, dans le tableau suivant, expriment es durées d'oscillation des fragmens d'une même aiguille sont la moyenne des durées presque égales qu'on obtient en les faisant successivement osciller. Les signes ndiquent toujours le sens de l'aimantation.

Charges électriques.	Durée de 60 oscillations.				
	Aiguilles de 15 mill.	Aiguilles de 10 mill.	Aiguilles de 5 mill.	Fragmens de 5 mill. des aiguilles moyennes.	Fragmens de 5 mill. des grandes aiguilles.
1	+ 29′,4	+ 22″,4	+ 16″,7	+ 14″,0	+ 11″,5
2	— 40 ,0	— 30 ,6	— 22 ,3	— 16 ,6	— 16 ,0
4	— 1′25″,4	— 1′. 6 ,8	nulle.	— 28 ,2	— 24 ,5
6	+ 30 ,3	+ 21 ,6	+ 14 ,2	+ 12 ,5	+ 11 ,7
....	+ 28 ,5	+ 20 ,0	+ 14 ,1	+ 12 ,5	+ 11 ,4
....	— 28 ,7	— 21 ,1	— 14 ,7		
....	— 26 ,9	— 19 ,8	— 14 ,8		
....	+ 33 ,6	+ 24 ,0	+ 16 ,6		

On voit que les aiguilles de longueurs différentes sont toujours aimantées dans le même sens. Peut-être les aiguilles les plus courtes changent-elles de signe pour des forces un peu moindres. On remarquera que ces aiguilles de 5 mill. sont moins aimantées, dans un sens comme dans l'autre, que les fragmens égaux des aiguilles de 10 mill.; que ceux-ci le sont eux-mêmes moins que les fragmens des aiguilles les plus longues.

Sans doute, en brisant les aiguilles on altère le magnétisme de leurs parties, mais d'une quantité qui n'est pas très-grande. Une des aiguilles de 15 mill., qui faisait 60 oscillations en 28″,5, a été placée dans un petit tube de verre de même longueur, extrêmement léger, où elle entrait à frottement. Elle lui faisait faire le même nombre d'oscillations en 37″,8. On l'a retirée; on l'a brisée en trois morceaux, dont chacun séparément faisait

60 oscillations en 11″,8. Les trois morceaux ayant été replacés à la suite les uns des autres dans le petit tube de verre, il a mis 41″, au lieu de 37″,8, à osciller un même nombre de fois.

Je citerai, à l'occasion de ces dernières recherches, une expérience analogue. J'aimantai, il y a long-temps, à saturation avec deux forts aimans une aiguille d'acier non trempé d'environ 1 mill. de diamètre et de 13 centimètres de longueur, sur laquelle j'avais auparavant tracé, de centimètre en centimètre, avec une lime fine, des traits annulaires peu profonds, mais suffisans pour déterminer la rupture de l'aiguille lorsqu'on exerçait de part et d'autre une légère pression. Je m'assurai que l'aiguille entière n'avait qu'un centre magnétique, puis je la brisai en 13 parties égales. Les fragmens extrêmes étaient donc plus petits que la distance des pôles aux deux bouts de l'aiguille. Leur distribution magnétique changea d'une manière presqu'instantanée. Car, après quelques minutes et sauf des différences d'intensité très-faibles et irrégulières, tous les fragmens possédaient la même quantité d'aimantation et presque le *maximum* auquel ils pouvaient atteindre. L'aiguille entière faisait 60 oscillations en 3′.16″,3. Les fragmens, à partir du pôle nord jusqu'au centre, firent le même nombre d'oscillations en 47″,2; 49″,2; 48″,8; 47″,2; 47″,3; 50″,2; 48″,0, fragment du milieu; fragment suivant, 47″,0. Dans l'état de saturation, ces fragmens faisaient 60 oscillations en 44″ et 46″.

Je reviens aux phénomènes d'aimantation produits par l'électricité. Dans ce qui précède, j'ai supposé que toutes les décharges, les plus faibles comme les plus

fortes, étaient tirées de la même batterie, qu'à des charges égales correspondaient les mêmes tensions. En donnant aux surfaces électrisées des étendues très-différentes et de plus en plus petites, à mesure que pour des charges égales la tension est plus élevée, je trouve, par quelques essais, que les *maxima* d'intensité magnétique, l'hélice et le fil restant les mêmes, ont une moindre valeur. Ce décroissement a-t-il une limite? Comment l'influence de la tension se combine-t elle avec l'influence de la longueur des fils, de leur diamètre et de l'écartement des spires? Comment les phénomènes sont-ils modifiés par les circonstances atmosphériques, par la température des fils? Ces élémens de la question me restent encore à étudier. Enfin, je n'ai parlé que des effets produits par une décharge unique. Je dois, comme base d'une explication possible, indiquer les effets qu'on obtient dans les hélices, au moyen de décharges successives. Si ces décharges sont très-faibles, telles que de simples étincelles tirées de la machine et de fort près, leur action s'ajoute jusqu'à une certaine limite d'aimantation qui dépend de la nature des aiguilles. Un nombre quelconque des mêmes étincelles n'élève plus au-delà de cette limite le magnétisme déjà produit. La résistance qui s'oppose à son développement s'accroît donc avec l'aimantation déjà développée. Cette résistance peut être assez grande dans les aiguilles encore sans magnétisme, pour qu'une série continue d'étincelles suffisamment faibles ne puisse jamais avoir d'influence sensible.

Si, au lieu de s'ajouter, les étincelles, parcourant le fil en sens contraire, tendent à produire des effets op-

posés, la résistance, à mesure qu'on approche du premier *maximum* d'aimantation, devient de plus en plus inégale dans les deux sens, et la force nécessaire pour détruire l'aimantation produite n'est qu'une très-faible partie de la force perdue quand on cherche à l'augmenter.

Aussi, dès que les décharges dépassent le degré d'intensité capable de donner aux aiguilles ce premier *maximum* de magnétisme (qui peut être fort loin de l'état de saturation), le sens et le degré d'aimantation qu'elles leur donnent sont à très-peu près et de plus en plus indépendans de l'état magnétique où ces aiguilles se trouvaient avant l'expérience.

De l'Action des corps autres que le fer et l'acier, soumis à l'influence des décharges électriques, mais isolés du conducteur qu'elles parcourent.

Une des premières observations de M. Arago, lors de ses recherches sur l'aimantation, fut que cette influence qui aimante le fer et l'acier, bien différente en cela des autres actions électriques, se transmet à travers le bois, le verre, les substances isolantes, sans éprouver de changement appréciable. Deux aiguilles (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 1820), placées dans une même hélice, l'une enfermée dans un tube de cristal, l'autre hors de ce tube, reçurent exactement la même quantité de magnétisme. Ces essais, que M. Arago avait l'intention de varier et d'étendre, ne furent plus suivis jusqu'à l'époque où il découvrit l'action si remarquable que toutes les substances, et surtout les métaux dans l'état de mouvement, exercent sur l'aiguille aimantée. Je

lui témoignai, peu de temps après, le désir de savoir quelle pourrait être l'influence de cette dernière classe de corps sur l'aimantation développée par les courans électriques, et il voulut bien m'engager à suivre un genre de recherches que lui-même s'était proposé de reprendre.

Je plaçai d'abord dans une hélice deux aiguilles, l'une sans enveloppe, l'autre enveloppée d'un cylindre épais de cuivre rouge, isolé du conducteur. L'effet d'une décharge qui aimantait fortement la première était insensible sur la seconde. Rien ne se transmettait à travers le cuivre. Je substituai une aiguille déjà aimantée à l'aiguille sans aimantation renfermée dans l'étui métallique. Je la plaçai de manière à ce qu'une nouvelle décharge dût changer ses pôles ou du moins affaiblir son magnétisme, si l'enveloppe n'avait pas amorti tout l'effet. La durée de ses oscillations, mesurée avant et après cette épreuve, se trouva exactement la même. Il est inutile de dire que, pour éliminer l'influence due au magnétisme terrestre, on plaçait toujours les aiguilles, pendant la décharge, dans une direction perpendiculaire au méridien magnétique.

Je diminuai graduellement l'épaisseur de l'enveloppe métallique; l'intensité des décharges restant toujours la même, les aiguilles enveloppées commencèrent à éprouver une action de plus en plus sensible. Pour une certaine épaisseur, l'aiguille renfermée dans le métal et l'aiguille à nu, si je puis m'exprimer ainsi, étaient également aimantées. Pour des épaisseurs de plus en plus petites encore, l'aiguille enveloppée devint la plus fortement magnétique des deux, atteignit un *maximum*

d'intensité, puis enfin se rapprocha de nouveau par des diminutions successives du degré d'aimantation de l'autre aiguille.

A mesure que l'intensité des décharges augmente, l'épaisseur d'enveloppe métallique pour laquelle l'aiguille enveloppée et celle qui ne l'est pas reçoivent le même degré d'aimantation, devient de plus en plus grande. En même temps l'accroissement de magnétisme dû à de moindres épaisseurs d'enveloppes est de plus en plus considérable. Pour de très-faibles décharges, l'épaisseur qui n'a point d'action est très-petite.

Ces expériences ont été faites avec des lames d'étain roulées autour des aiguilles. Cette disposition permettait de diminuer graduellement l'épaisseur de l'enveloppe. Je me suis assuré du reste qu'un cylindre d'étain fondu et un cylindre formé de feuilles d'étain roulées, égaux à très-peu près en volume et en poids, ce que la densité plus grande de l'étain laminé permet d'obtenir, exerçaient sensiblement la même action.

La huitième partie d'une feuille d'argent battu, pesant $0^{g}.005$, fut roulée autour d'une aiguille de 2 cent. de longueur quinze fois plus pesante. Cette enveloppe très-mince, soumise à la décharge d'une bouteille de Leyde moyenne, éleva d'un tiers le degré de magnétisme que la même décharge communiquait à une aiguille semblable par son action directe.

Lorsque, dans une hélice donnée, le premier *maximum* qu'atteignent les aiguilles sans enveloppe est très-loin de l'état de saturation, pour des décharges de plus en plus fortes et qui les aimantent de moins en moins, le magnétisme d'aiguilles pareilles dans une enveloppe

convenable continue à s'élever bien au-delà du *maximum* des premières. Il peut même s'élever encore lorsque celles-ci sont déjà aimantées dans un sens opposé. C'est une nouvelle preuve que même à de hautes tensions le fluide électrique ne passe point, du moins en quantité appréciable, d'une spire à l'autre des hélices, sans en suivre les contours.

Ainsi deux aiguilles de 2 cent. de longueur aimantées, l'une sans enveloppe, l'autre dans un petit cylindre d'étain de 2 mill. de rayon, par une seule décharge, employaient, la première 8'.30", la seconde 43" seulement à faire 60 oscillations.

Trois aiguilles de 15 mill. de longueur et de $0^{\text{mil.}},4$ de diamètre, l'une dans un cylindre de cuivre de 5 mill. de rayon, la seconde dans un cylindre pareil en étain, la troisième sans enveloppe; ont reçu dans une même hélice des quantités de magnétisme ayant pour mesure les nombres + 2'.35"; + 45"; — 1'.52" : durées de 60 oscillations pour chaque aiguille. Le signe —, qui précède la dernière valeur, indique que l'aiguille sans enveloppe était aimantée en sens contraire des autres. La décharge avait été très-forte, et le cylindre de cuivre en avait presqu'entièrement détruit l'action, que l'étain avait au contraire beaucoup élevée.

En comparant deux tubes métalliques d'épaisseurs et de longueurs égales, mais de rayons différens et par conséquent de masses différentes, on trouve que le plus large, celui dont la masse est la plus grande, exerce l'action la plus forte. Si deux tubes ont le même diamètre, la même épaisseur et des longueurs inégales, le plus court est celui dont l'action a le plus d'influence.

De deux hélices, au contraire, la plus longue est la plus puissante. Je suppose les longueurs des tubes assez grandes par rapport à celles des aiguilles.

Voici un exemple. J'ai comparé deux cylindres d'étain de 3 mill. d'épaisseur, l'un de 65 mill. et l'autre de 100 mill. de longueur. Leurs actions, pour une décharge assez faible, ont été dans le rapport d'environ 3 à 1.

Il doit donc exister entre l'épaisseur et la longueur d'un cylindre métallique, une certaine relation pour que l'influence de ce cylindre soit la plus grande possible, sous l'action d'une décharge donnée.

Si un tube métallique est à la fois très-long et d'un diamètre intérieur assez grand, les aiguilles parallèles à son axe reçoivent des quantités de magnétisme sensiblement égales dans tout l'espace qu'il enveloppe, du moins un peu loin de ses extrémités.

On peut changer la nature de la substance isolante qui sépare l'hélice de l'enveloppe métallique, donner à cette enveloppe dans l'intérieur de l'hélice une position quelconque, pourvu que leurs axes de figure soient toujours parallèles sans changer l'action du métal sur l'aiguille qu'il renferme. En comparant ces deux expériences aux expériences tout-à-fait semblables de M. Arago sur l'aimantation directe des aiguilles sans enveloppes, on voit que le mouvement électrique agit de la même manière sur un métal quelconque, et sur l'acier qui seul conserve son magnétisme.

Lorsqu'on multiplie concentriquement autour de l'aiguille les alternatives de couches conductrices et non conductrices, l'action des premières ne paraît pas sen-

siblement modifiée par le fait de leur isolement. Il n'est pas douteux, au contraire, que leur action ne soit très-affaiblie par des sections perpendiculaires à l'axe de figure, ou dont les plans passent par cet axe. En effet, des enveloppes très-épaisses de limaille fine de cuivre ou même de fer, égales en poids à des cylindres de ces métaux qui détruisent complètement l'influence d'une décharge donnée, modifient à peine cette influence. On voit de suite l'analogie de ces résultats avec les belles expériences de M. Arago sur la rotation des plaques.

Si dans un cylindre métallique, par exemple dans un tube de verre rempli de mercure, des aiguilles parallèles à son axe sont placées à différentes distances de la surface, depuis la circonférence jusqu'au centre, et qu'on les compare à une aiguille soumise sans enveloppe dans la même hélice, à la même décharge, on remarque d'abord un accroissement graduel d'intensité, un *maximum*, puis une diminution qui s'étend jusqu'au centre. Si la décharge est assez faible ou l'enveloppe assez épaisse, il y a un certain rayon sur lequel la somme des actions du métal est nulle. Il est même très-probable que, pour des décharges électriques beaucoup plus fortes et des épaisseurs métalliques proportionnellement plus grandes, on trouverait plusieurs surfaces concentriques de nulle action.

Voici les mesures des intensités magnétiques obtenues à différentes distances de la surface métallique, dans un tube de verre de 10 mill. de rayon intérieur rempli de mercure :

Distance à la surface extérieure du liquide.	$1^{m},5$;	$2^{m},0$;	$2^{m},8$;	$4^{m},0$;	$6^{m},0$;	$10^{m},0$.
Durée de 40 oscillations. . . .	28″,9;	28″,8;	29″,1;	30″,8;	49″,2;	1′.22″,7.

Une aiguille aimantée du même coup, hors de l'influence du mercure, faisait le même nombre d'oscillations en 1′.49″,3 : les aiguilles avaient 2 cent. de longueur, $0^{m},5$ de diamètre.

Les seuls métaux que j'aie essayés en cylindres très-épais, le fer, le cuivre, l'étain et le mercure, agissent avec une énergie de moins en moins grande. Quant aux conducteurs non métalliques, tels que les acides nitrique, sulfurique et l'eau, si leur action n'est pas nulle, les expériences que j'ai tentées n'étaient point assez délicates pour me la faire reconnaître d'une manière certaine.

On vient de voir comment les métaux soumis à l'influence des décharges dans l'intérieur des hélices modifient l'aimantation. Il serait facile d'en conclure la manière dont les plaques métalliques, sous l'influence des décharges transmises par un fil conducteur rectiligne (1), agissent sur des aiguilles d'acier disposées transversalement à ce fil. Cependant, comme cette action présente deux cas distincts, je vais les exposer séparément. Je suppose les aiguilles en contact avec les surfaces métalliques, et les décharges inférieures à celles qui, par

(1) Il est presque indifférent ici que la plaque métallique soit ou ne soit pas isolée du conducteur, c'est-à-dire qu'elle est suffisamment isolée par le défaut de contact absolu qu'on n'établirait qu'au moyen d'une forte pression.

eur action directe, produisent dans l'acier, suivant la istance du fil, des états magnétiques opposés.

1°. Une large plaque interposée entre le conducteur t les aiguilles pour des décharges très-faibles, affaiblit eaucoup l'aimantation et l'augmente pour des déharges plus fortes. Ainsi, pour une même décharge, ne plaque mince et une plaque épaisse peuvent prouire des effets contraires, et il y a une certaine épaiseur dont l'effet est nul.

2°. Les aiguilles posées sur la plaque, entre cette laque et le fil : pour de très-faibles décharges, elle ugmente leur aimantation, et d'autant plus qu'elle est lus épaisse. Il y a telle décharge pour laquelle une laque épaisse l'augmente et une plaque mince la diminue. Pour des décharges plus fortes, l'une et l'autre 'affaiblissent, la dernière surtout, et elle finit par doner aux aiguilles un magnétisme contraire à celui que e courant seul développerait.

En général, les deux faces d'une même plaque exercent des actions contraires.

Lorsque la décharge est assez forte pour aimanter par son action directe les aiguilles dans des sens opposés suivant leur distance au fil, l'aimantation sous l'influence des métaux résulte de plusieurs causes, dont chacune est soumise à des lois périodiques différentes. Les diverses parties des plaques métalliques passent aussi bien que les aiguilles, par une suite d'états opposés, et dans chacun de ces états, elles agissent comme agirait un aimant doué d'une polarité analogue.

En cherchant à comparer des plaques de différens métaux de forme pareille et d'égales épaisseurs, on remar-

que bientôt non-seulement que les rapports de leurs actions varient avec l'intensité des décharges, mais que l'ordre de la série que l'on voudrait en former se trouve interverti. Le cuivre rouge en plaques minces agit moins que le laiton ; en plaques beaucoup plus minces encore, il finit par agir davantage. Voici quelques valeurs numériques. Le sens de l'aimantation est toujours désigné par les signes + et —. Trois aiguilles à $2^{\text{mill.}}$ au dessous du fil conducteur : 1re aimantée sur une lame de verre, durée de 60 oscill. + 1′.25″; 2e sur une lame de laiton — 1′.28″; 3e sur une lame de cuivre pareille — 1′.56″. Pour une décharge plus forte et deux lames plus minces ; cuivre — 1′.4″; laiton — 1′.34″. La différence entre l'action du fer-blanc et celle du laiton n'est pas plus grande que la différence entre les actions du laiton et du cuivre. Je trouve les trois valeurs suivantes pour trois aiguilles pareilles ; sur le verre + 1′.34″; sur le fer-blanc — 1′.6″; sur le laiton — 1′.36″.

L'argent agit presque comme le cuivre, l'or beaucoup plus.

L'action des enveloppes métalliques est un moyen d'étudier ce qui se passe dans les différentes parties des aiguilles d'acier elles-mêmes pendant l'aimantation. C'est en effet à la manière des autres enveloppes métalliques que les couches extérieures des aiguilles agissent sur les couches intérieures, et cette influence peut différer entièrement de l'action magnétique qu'elles exercent plus tard comme particules aimantées d'une manière permanente. L'expérience que j'ai rapportée sur l'aimantation produite à différentes distances de la surface dans un tube de verre rempli de mercure, est un

exemple de ce genre de recherches. Il aurait fallu, pour qu'elle fût complète, distribuer des aiguilles dans toute la masse et jusqu'à ses extrémités. La réaction de ces aiguilles sur le métal qui les renferme peut, au moins dans une première approximation, être négligée.

A mesure que pour des charges égales la tension diminue, comme cela arrive lorsque l'on augmente l'étendue des surfaces électrisées, l'influence des métaux pendant la décharge devient plus faible. Cette influence serait sans doute assez petite sous l'action d'un courant d'électricité circulant sans interruption et sans étincelles du conducteur aux coussins, dans les machines à frottement assez puissantes pour produire alors, comme l'a annoncé M. Ridolfi, l'aimantation permanente des aiguilles d'acier. Cependant ce courant même pourrait offrir, par son action sur les métaux, des caractères qui le distingueraient des courans voltaïques, comme il s'en distingue déjà par l'étendue plus considérable de conducteurs d'un très-petit diamètre qu'il peut traverser. Je n'ai pas encore, faute d'un appareil convenable, vérifié ces conjectures.

De l'Aimantation par les courans voltaïques.

Les phénomènes que je viens d'exposer se reproduisent et se mesurent facilement. Il n'en est pas ainsi de ceux qui me restent à décrire. Un grand nombre de causes les font varier d'un moment à l'autre. Aussi n'aurai-je à tirer de recherches encore tout-à-fait incomplètes, qu'un petit nombre de résultats généraux.

Tous les points d'un fil conducteur égal et homogène,

traversé par un courant voltaïque, exercent des actions égales (1). S'il est rectiligne, il aimante également dans toute sa longueur, du moins pour une longueur qui n'est pas fort grande et à quelque distance de ses extrémités. Mais il aimante très-peu si la pile n'est pas très-forte. Je préfère le rouler de distance en distance de manière à en former plusieurs petites hélices de quelques tours, semblables, séparées par des portions de figure et d'étendue quelconques. Des aiguilles pareilles sont également aimantées dans chacune de ces hélices.

L'aimantation par les courans voltaïques est entièrement développée dans un temps très-court; elle est sensiblement instantanée, du moins pour de petites aiguilles. Une pile faible peut agir pendant long-temps, si son intensité n'augmente pas, sur une aiguille même non trempée, sans changer d'une manière appréciable le degré de magnétisme qu'elle lui donne au moment où la communication est établie. Cela est vrai, lors même que ce degré est fort éloigné de l'état de saturation.

En général, de quelque manière que l'intensité de la pile varie, si le courant ne change pas de sens pendant qu'une aiguille est soumise à son action, cette aiguille sera aimantée comme si la pile avait toujours eu la plus forte de ces différentes intensités. L'aimantation que produit une pile peut donc fournir des indications très-différentes de celles que l'on tire des déviations finies d'une aiguille déjà aimantée.

---

(1) M. Becquerel a déjà constaté ce fait par un autre genre d'observations.

Indépendamment des variations lentes du courant ontinu qui traverse une pile, la tension, à l'instant où a communication s'établit, comme à l'instant où elle st rompue, produit une étincelle visible ou du moins ne transmission d'électricité analogue aux décharges irées des machines à frottement. Le même effet peut se enouveler à des intervalles plus ou moins rapprochés outes les fois que les communications ne sont qu'imparfaitement établies, comme par le contact des fils de uivre et du mercure, surtout si les surfaces sont un eu salies.

On doit donc retrouver, dans l'aimantation par la pile, les phénomènes observés dans le passage d'une décharge électrique, modifiés par l'action du courant continu et la petitesse des tensions.

A mesure que la tension augmente et que la conductibilité diminue, la partie de l'effet analogue aux effets des décharges est plus grande, l'action du courant continu a moins d'influence. Ainsi, avec un appareil de 20 couples (1) et un liquide très-peu conducteur, j'ai obtenu d'une manière non douteuse, puisque plusieurs aiguilles présentaient le même résultat, un sens d'aimantation contraire à celui que donnait la même pile plus vivement excitée. Des aiguilles qui dépassaient un peu l'extrémité des petites hélices étaient alors aimantées dans le même sens et plus fortement que les aiguilles placées au centre de ces mêmes hélices. Le con-

(1) Le fil conducteur était soudé aux plaques extrêmes, et les aiguilles, placées avant l'immersion des plaques, ne furent enlevées qu'après que l'on eut retiré le liquide.

traire avait lieu quand la pile était plus énergique. Je n'ai cependant point assez observé ce phénomène pour en indiquer la cause, si ce n'est comme cause possible. Les piles sèches doivent le reproduire facilement.

C'est surtout dans l'action des métaux autres que le fer et l'acier que l'influence des petites tensions est sensible. Si deux aiguilles sont placées dans une même hélice, l'une sans enveloppe, l'autre entourée d'un cylindre de cuivre même fort épais de 5 millim. de rayon, par exemple, un courant énergique les aimante à très-peu près également, d'autant plus que la conductibilité de l'appareil est plus grande. Un courant faible leur donne des degrés de magnétisme d'autant plus différens que l'on renouvelle et que l'on interrompt successivement un plus grand nombre de fois la communication; que la conductibilité est plus imparfaite et la tension plus forte.

Ainsi avec un appareil de dix petits couples faiblement excités, je trouve qu'en multipliant les immersions du fil dans le mercure, une très-petite aiguille sans enveloppe était aimantée de manière à faire 60 oscillations en 36″; une aiguille pareille, placée dans un cylindre de cuivre, le même nombre d'oscillations en 1′.2″. Les plaques ayant été descendues dans le liquide et retirées ensuite sans que l'on touchât ni à la communication entre les pôles établie d'avance, ni aux aiguilles placées d'avance également, celles-ci ont presque reçu la même aimantation; encore y a-t-il dans ce cas un changement brusque dans le mouvement électrique, à l'instant où les plaques sortent du liquide.

Si on laisse les plaques d'un appareil long-temps

plongées, la différence d'aimantation de deux aiguilles, l'une sans enveloppe métallique, l'autre enveloppée, devient de plus en plus grande à mesure que l'action est moins vive, sans doute parce que l'influence de la petite étincelle, bien qu'elle s'affaiblisse, diminue relativement moins que celle du courant continu. Ainsi trois couples d'aiguilles avec et sans enveloppe métallique, ayant été aimantées, l'un au commencement de l'immersion d'une pile, le second 8′ après, le troisième au bout de 20′, les différences des temps employés par deux aiguilles d'un même couple pour faire 60 oscillations, ont été 15″, 48″ et 2′; les temps employés par l'aiguille sans enveloppe étant 2′.52″, 2′.55″ et 3′.37″. (Dans l'état de saturation, durée de 60 oscillations 2′.38″.)

L'influence amortissante des enveloppes métalliques croît un peu avec leur épaisseur. J'ai dû chercher si, dans le cas où une enveloppe épaisse affaiblit l'aimantation, une enveloppe mince l'augmenterait. Les enveloppes essayées étaient peut-être trop minces : leur influence était insensible. La petite différence d'action de deux enveloppes inégalement épaisses est sans doute la partie de l'effet due au courant continu.

Je suis loin de bien connaître les circonstances dans lesquelles se produisent sous l'influence des courans voltaïques les actions dont je viens de parler. J'ai quelfois trouvé que les enveloppes métalliques épaisses augmentaient l'aimantation d'une quantité supérieure aux écarts possibles de ces expériences; lorsque cela est arrivé, on retirait les aiguilles des hélices sans rien changer à l'immersion des plaques ni aux communications. Le fil

conducteur était soudé aux élémens extrêmes, et chaque feuille de zinc soudée à la feuille de cuivre suivante. A la vérité, il y a ici une circonstance dont les découvertes de M. Arago ne permettent pas de négliger l'examen, c'est le déplacement des aiguilles par rapport au fil conducteur et au cylindre de cuivre.

Deux aiguilles renfermées, l'une dans un étui de cuivre, l'autre dans un étui de bois, et semblablement placées entre deux aimans assez faibles pour ne leur donner qu'un degré de magnétisme fort éloigné de l'état de saturation, ont toujours reçu des aimantations sensiblement égales. On doit avoir soin de retourner les aimans pour détruire l'effet dû à l'inclinaison de leurs axes magnétiques.

J'ai dû exposer des faits nouveaux, indépendamment de toute explication. Qu'il me soit maintenant permis d'en indiquer rapidement les conséquences.

Une décharge électrique est un phénomène de mouvement. Ce mouvement est-il un transport de matière, continu, dans un sens déterminé? Alors les alternatives de magnétismes opposés que l'on observe à diverses distances d'un conducteur rectiligne, ou dans une hélice pour des décharges graduellement croissantes, seraient dues uniquement aux réactions mutuelles des particules magnétiques dans les aiguilles d'acier. La manière dont l'action d'un fil change avec sa longueur me paraît exclure cette supposition.

Le mouvement électrique pendant la décharge se compose-t-il, au contraire, d'une suite d'oscillations, trans-

mises du fil (1) aux milieux environnans, et bientôt amorties par des résistances qui s'élèvent rapidement avec la vitesse absolue des particules agitées?

Tous les phénomènes conduisent à cette hypothèse, qui fait dépendre, non-seulement l'intensité, mais le sens du magnétisme des lois suivant lesquelles les petits mouvemens s'amortissent dans le fil, dans le milieu qui l'entoure, dans la substance qui reçoit et conserve l'aimantation.

Les oscillations dans le fil auront une vitesse absolue d'autant moindre, elles s'éteindront d'autant plus rapidement que ce fil sera plus long, plus mince, que la résistance propre à sa nature sera plus considérable. On explique ainsi comment il y a, pour un conducteur rectiligne et une décharge donnée, une longueur de fil qui produit la plus forte aimantation : si la longueur est moindre, les petits mouvemens diminuent trop lentement; plus grande, leur intensité est trop affaiblie.

Pour que les substances métalliques puissent, comme on l'a vu, tantôt accroître, tantôt affaiblir l'aimantation, il suffit qu'elles amortissent, dans les deux cas, les petits mouvemens propagés par le fil, et que leur action ne soit pas simplement proportionnelle à la vitesse absolue de ces mouvemens. Il suffit donc d'admettre, pour des déplacemens infiniment petits, ce que

---

(1) Le fil peut être entièrement isolé du sol et de la batterie, recevoir et transmettre la décharge par deux étincelles, sans que les effets magnétiques que l'on a décrits cessent d'avoir lieu.

la découverte due à M. Arago met en évidence pour des oscillations d'une amplitude finie.

Sous l'influence de la pile, les phénomènes relatifs, soit à l'aimantation directe, soit à l'action des enveloppes métalliques, sont analogues à ceux que présentent les décharges d'électricité ordinaire. Lorsque l'on détruit la communication pendant que les aiguilles sont soumises à l'action du fil conducteur, il est naturel de penser que l'équilibre se rétablit dans ce fil par une suite de petits mouvemens analogues à ceux qu'une décharge y exciterait. Mais lorsque les aiguilles sont soustraites à l'action voltaïque, sans qu'il y ait une brusque interruption du circuit, l'influence qu'une enveloppe métallique a plusieurs fois exercée pour augmenter l'aimantation semblerait indiquer dans le circuit fermé l'existence de deux courans contraires animés de vitesses très-différentes, ou plutôt de petits mouvemens dont la durée et la vitesse dans les deux sens opposés seraient fort inégales. Un pendule oscillant dans un milieu dont la densité décroîtrait continuellement d'une extrémité à l'autre des arcs qu'il parcourt, serait un exemple de ce genre de mouvement. Le contact de deux métaux n'offre-t-il pas un tel milieu? Cette hypothèse, qui peut faire naître quelques recherches propres à la confirmer ou à la détruire, ne peut acquérir quelque poids que par de nouveaux faits.

En appliquant aux expériences contenues dans ce Mémoire les considérations que je me borne à indiquer ici, je n'ai rien trouvé dont elles ne rendent facilement raison. Mais il serait trop long et peut-être déplacé d'entrer, au sujet d'un premier travail, dans cette dis-

cussion théorique. De nouvelles recherches, qu'elle m'a suggérées, me fourniront, je l'espère, l'occasion d'y revenir et les moyens de la développer.

Second Mémoire *sur la Distillation des Corps gras.*

Par MM. A. Bussy et L.-R. Le Canu.

(Lu à l'Académie royale des Sciences, dans la séance du 11 septembre 1826.)

Les expériences dont nous avons fait connaître les résultats dans notre premier Mémoire (1), ont montré qu'on obtient, en distillant l'axonge, le suif et plusieurs huiles d'origine végétale, diverses substances que l'on n'avait point encore observées dans les produits de leur distillation, et particulièrement une quantité considérable de matière grasse acide douée de propriétés remarquables.

Cette matière, que l'on ne saurait considérer comme un des résultats de l'absorption de l'oxigène, puisqu'elle se produit dans le gaz hydrogène aussi bien que dans l'air, varie considérablement dans son état physique, suivant l'espèce de corps gras employé, et de telle sorte qu'elle est demi-liquide à la température ordinaire avec la plupart des huiles, complètement so-

---

(1) Publié dans le 30[e] volume des *Annales de Chimie et de Physique*.

lide au contraire à cette température avec l'axonge et le suif; mais sa nature chimique est essentiellement la même.

L'on peut, à l'aide de la pression et de l'alcool, retirer de ce produit de la distillation deux acides distincts. L'un, analogue à l'acide oléique et comme lui liquide à 0°, se dissout en toutes proportions dans l'alcool et l'éther même à froid; l'autre, fusible entre 55 et 60°, ne se dissout en grande proportion dans ces liquides qu'à la température de leur ébullition, et présente tous les caractères de l'acide margarique. Bien que les acides margariques, obtenus par distillation, présentent quelque différence dans leur point de fusion, suivant qu'ils proviennent de tel ou tel corps gras, nous avons cru ne devoir les considérer que comme de simples variétés d'une espèce unique.

Dans ce premier Mémoire, nous n'avions, comme on le voit, étudié l'action de la chaleur que sur des corps gras formés d'oléine et de stéarine; cependant il était intéressant de chercher à connaître les différences que pourraient offrir dans les mêmes circonstances les autres espèces de corps gras, c'est-à-dire le blanc de baleine, que l'on sait posséder la propriété d'être saponifié, quoiqu'il ne contienne ni oléine ni stéarine, puis l'éthal et la matière cristalline des calculs biliaires, qui, de toutes les substances grasses connues, sont au contraire les seules qui n'éprouvent aucune altération de la part des bases salifiables. C'est ce que nous nous sommes proposé de faire dans le nouveau Mémoire que nous allons avoir l'honneur de soumettre au jugement de l'Académie.

Distillation du Blanc de baleine.

On sait que le blanc de baleine pur, désigné par M. Chevreul sous le nom de *cétine*, est une substance *suî generis* plus difficilement attaquable par les alcalis que la plupart des autres corps gras, mais cependant susceptible, par un contact suffisamment prolongé, de se transformer en acide oléique, en acide margarique et en une substance grasse, très-différente de la glycérine, à laquelle M. Chevreul a donné le nom d'*éthal*, formé des deux premières syllabes des mots *éther* et *alcool*, en raison de l'analogie de composition que présentent ces trois substances.

Déjà Thouvenel, et après lui M. Chevreul, se sont occupés de la distillation du blanc de baleine, et tous deux ils ont considéré le produit distillé comme un mélange de blanc de baleine non altéré, d'huile empyreumatique et d'une petite quantité d'eau acide. Toutefois, comme le blanc de baleine est, comme nous l'avons dit, susceptible de se convertir en partie en acides oléique et margarique lorsqu'on le traite par les alcalis caustiques et concentrés, il devenait très-naturel de supposer, d'après l'analogie précédemment observée entre les produits de la distillation et de la saponification des autres corps gras, que le blanc de baleine pourrait bien également fournir, par la distillation, des acides semblables à ceux qu'il fournit par la saponification. Dans le but de vérifier cette conjecture, nous avons cru devoir analyser de nouveau les produits de sa distillation.

En opérant sur le blanc de baleine comme nous l'a-

vions fait sur l'oléine et la stéarine, de manière à pouvoir séparer les produits aux diverses époques de leur formation, nous avons obtenu de 100 gr. de blanc de baleine fusible à 45° :

80 gr,0	de produit solide incolore, nacré, fusible à 23° ;
16 gr,0	de produit analogue au précédent, fusible à la même température, mais légèrement coloré en jaune par la présence d'une petite quantité d'huile empyreumatique ;
0, 5	de matière jaune qui paraît être de même nature que celle qu'on obtient dans la distillation de l'oléine et de la stéarine ;
1	de charbon.
TOTAL 97 gr,5.	

PERTE 2 gr,5 due en grande partie aux gaz dégagés.

Le produit solide de cette distillation ayant été séparé des dernières portions colorées par l'huile empyreumatique, on l'a chauffé dans une cornue avec de l'eau distillée pour en séparer les parties volatiles qu'on le supposait contenir, puis on l'a successivement traité par l'eau, par l'alcool bouillant, par la baryte, enfin par l'acide hydrochlorique faible.

Le liquide aqueux distillé répandait une odeur analogue à celles que répandent, dans les mêmes circonstances, les produits de l'oléine et de la stéarine, quoique d'une manière beaucoup moins prononcée ; il

contenait une petite quantité de matière odorante sans trace sensible d'huile volatile.

L'eau de lavage rendue acide par la présence de l'acide acétique, ne renfermait pas d'acide sébacique, car elle ne se troublait pas par l'addition de l'acétate de plomb, et elle ne laissait aucun résidu par sa complète évaporation. L'alcool, mis en contact avec la masse épuisée par l'eau de toutes les substances solubles dans ce véhicule, a acquis la propriété de rougir le papier de tournesol et a partagé la masse en deux portions distinctes : la première, presque insoluble dans l'alcool à 36° et plus légère que lui, sans action sur le tournesol, venait surnager sur la surface sous forme d'un liquide huileux, légèrement jaunâtre, et, par le refroidissement, se prenait en masse solide, cristalline, très-fusible, que l'on a fortement comprimée entre des feuilles de papier joseph; la pression en a fait suinter un liquide huileux tout à la fois insoluble dans l'alcool, dans l'eau de potasse, et sans action sur le tournesol. L'on a obtenu pour résidu une masse solide, nacrée, fusible à 42°, formée de blanc de baleine retenant encore un peu d'huile.

La portion soluble dans l'alcool froid auquel elle avait communiqué la propriété de rougir fortement le tournesol, a été obtenue par évaporation; elle était très-acide, d'un jaune léger, fusible à une basse température, et contenait, outre les acides oléique et margarique, une certaine quantité de blanc de baleine.

Pour isoler ces substances, on a d'abord agité leur mélange avec un excès d'eau de baryte, afin de saturer les acides; puis on a repris à trois fois par l'alcool bouillant, la masse qui en est résultée, après avoir préa-

lablement séparé le liquide aqueux dont elle se trouvait imprégnée. L'alcool a dissout un peu de sels barytiques, et la majeure partie du blanc de baleine; mais il n'a séparé aucune portion d'éthal, ce qui mérite d'autant plus d'être remarqué que la volatilité de ce corps portait à supposer qu'il se produirait.

La combinaison barytique épuisée par l'alcool, décomposée par l'acide hydrochlorique faible, reprise par l'alcool et l'acide pour achever d'enlever les dernières portions de bases qu'on n'en sépare qu'avec une extrême difficulté, enfin parfaitement lavée pour entraîner l'excès d'acide hydrochlorique, a fourni une masse acide, compacte, de consistance molle, beaucoup plus soluble dans l'alcool bouillant que dans l'alcool froid, et dont on a séparé, par les moyens ordinaires, l'alcool et la pression, les deux acides qui la constituaient.

Ces acides présentaient les caractères de l'acide oléique et de l'acide margarique, avec cette légère différence, que le dernier était de quelques degrés plus fusible que l'acide margarique pur. Sans doute que cet effet était dû à la présence d'une petite quantité de blanc de baleine qu'on n'en peut séparer complètement à l'aide de l'alcool, attendu qu'il n'est guère plus soluble dans ce liquide que le margarate de baryte lui-même. Une preuve du moins que la masse barytique retenait encore du blanc de baleine après plusieurs traitemens par l'alcool, c'est que, si, au lieu de la décomposer par l'acide hydrochlorique, on la soumettait à la distillation, l'on obtenait pour premier produit une quantité notable de blanc de baleine qui se trouvait volatilisée

avant que les acides combinés à la baryte eussent commencé à entrer en décomposition.

Le produit de la distillation du blanc de baleine peut, d'après ce qui précède, être considéré comme un mélange :

1°. De blanc de baleine.
2°. D'huile liquide incolore.
3°. D'acide oléique.
4°. —— margarique.
5°. —— acétique.
6°. D'eau.
7°. De matière odorante.
8°. De matière jaune.
9°. D'huile empyreumatique jaunâtre.

On n'y trouve ni l'acide sébacique, ni l'huile volatile que fournissent les corps gras formés d'oléine et de stéarine, mais une grande partie de la matière elle-même, soit qu'elle se trouve entraînée par les gaz et les vapeurs, soit plutôt qu'elle se volatilise.

Cette volatilité du blanc de baleine est même cause qu'il échappe en grande partie à l'action de la chaleur, et qu'il ne fournit à la distillation qu'une petite proportion d'acide ; mais si après avoir séparé les acides formés dans la première, on soumettait de nouveau à une seconde, à une troisième distillation, le blanc de baleine précédemment volatilisé, on le transformerait à chaque fois en une nouvelle portion d'acide, en sorte que, par ce moyen, l'on obtiendrait, par la distillation d'une quantité donnée de blanc de baleine, une proportion d'acide oléique et d'acide margarique beaucoup

plus rapprochée de celle qu'on obtient par la saponification.

En résumé, ces expériences prouvent que le blanc de baleine, bien qu'il ne soit pas formé d'oléine et de stéarine, fournit cependant à la distillation des acides oléique et margarique comme il en fournit par la saponification, et, de plus, que l'éthal, quoique très-volatil, ne se retrouve pas plus dans les produits de la distillation que la glycérine, qui n'est pas volatile, ne se retrouve dans les produits de la distillation de l'oléine et de la stéarine.

Restait à savoir si les corps gras non susceptibles de se convertir en acides par l'action des alcalis, tels que la cholestérine et l'éthal, n'étaient pas susceptibles de s'acidifier par l'action de la chaleur. On aurait pu sans doute le conclure des résultats mêmes de M. Chevreul, puisqu'il n'a point trouvé d'acides gras dans les produits de la distillation de ces corps. Cependant nous avons désiré répéter les expériences de cet habile chimiste, et nous avons eu la satisfaction d'obtenir des résultats conformes à ceux qu'il avait annoncés. Nous rappellerons ici nos expériences, parce qu'elles nous ont fourni l'occasion de faire quelques observations qui pourront peut-être offrir quelque intérêt.

Distillation de la Cholestérine.

Nous avons introduit trois grammes de cholestérine parfaitement pure dans une petite cornue de verre, et nous l'avons portée rapidement à la température de l'ébullition, afin de ne la laisser que le moins de temps

ossible en contact avec la chaleur (1). La cholestérine 'est fondue, a laissé dégager d'abondantes vapeurs qui ont venues se condenser dans l'intérieur du récipient en nasse solide, incolore au commencement de l'opéra-ion, et vers la fin légèrement jaunâtre. Elle n'a laissé our résidu qu'un atome de charbon. Le premier pro-luit distillé, mis en contact avec l'alcool, s'est dissout n totalité à l'aide de la chaleur, sans communiquer au iquide la propriété de rougir le papier bleu de tour-esol, et, par le refroidissement, s'est déposé sous orme de cristaux brillans, en tout semblable à des cris-aux de cholestérine. La dissolution du second produit qui s'est également opérée sans résidu sensible, rougis-ait au contraire légèrement le papier de tournesol; mais ette propriété était due à la présence d'un acide soluble lans l'eau, très-probablement l'acide acétique, qu'on n'a pu recueillir en raison de sa petite quantité; car lorsqu'on précipitait par l'eau la dissolution alcoolique, le précipité redissout dans l'alcool n'exerçait alors aucune action sur les réactifs colorés, et la propriété de rougir le tournesol se trouvait dans le liquide aqueux.

On voit, d'après cela, que la cholestérine, soumise à l'action d'une chaleur capable d'en opérer la distillation, se volatilise sans fournir d'acides gras, comme cela a lieu pour l'oléine, la stéarine et le blanc de baleine, et

(1) Lorsqu'au lieu de distiller rapidement la cholestérine, on la laisse long-temps exposée à l'action de la chaleur, elle se décompose en grande partie, et le produit distillé, au lieu d'être solide, est liquide, et contient une grande proportion d'huile empyreumatique.

ce résultat, entres autre choses, prouve que l'anomalie que la cholestérine a présentée au contact des alcalis tient moins à sa grande cohésion qu'à l'arrangement particulier de ses molécules, sans doute combinées de manière à former des composés plus stables, et moins disposés que ceux de la plupart des autres corps gras à se convertir en de nouveaux composés doués de propriétés acides.

Distillation de l'Éthal.

L'éthal qui partage avec la cholestérine la propriété de n'être point attaqué par les alcalis caustiques et concentrés, se comporte d'une manière analogue au contact de la chaleur. Lorsqu'on le distille et qu'il est parfaitement pur, le produit qu'on recueille ne rougit en aucune manière le papier bleu de tournesól et n'est formé que d'éthal; toutefois il faut observer, relativement à la distillation de ce corps, qu'on ne doit pas s'attendre à obtenir un produit parfaitement neutre à toutes les époques, en opérant directement sur de l'éthal préparé par le procédé ordinaire. L'éthal que nous avons obtenu par ce procédé contenait toujours une certaine quantité de sels de baryte, en sorte que lorsqu'on venait à le distiller, ces sels, se décomposant, laissaient dégager une partie des acides qu'ils contenaient. Pour obtenir un résultat conforme à celui que nous avons annoncé, il faut commencer par distiller l'éthal en ayant le soin de ne recueillir que les premiers produits : à l'aide de cette facile modification, on se procure de l'éthal pur qu'on peut ensuite distiller à plusieurs reprises sans qu'il y ait formation d'acides gras, et même sans perte sensible. Une autre cause d'erreur, indépendante de la

présence des sels de baryte, c'est que l'éthal peut contenir aussi du blanc de baleine; en effet, comme le savon de blanc de baleine le plus parfait n'est point complètement soluble dans l'eau, ainsi que cela a lieu pour les autres savons, par suite de la grande proportion d'éthal qu'il contient (40 pour 100), et qui par lui-même est insoluble dans ce liquide, il s'ensuit qu'on ne peut connaître avec certitude l'époque à laquelle la saponification du blanc de baleine, d'ailleurs assez longue à opérer, est complètement achevée; en sorte qu'il arrive très-souvent que le produit de la décomposition de ce savon par les acides, au lieu de n'être formé que d'acide oléique, d'acide margarique et d'éthal, retient du blanc de baleine. Alors, lorsqu'on vient à traiter ce produit pour séparer l'éthal, le blanc de baleine, rendu très-soluble dans l'alcool par la présence simultanée de ce corps, se dissout en grande proportion, et par suite altère les produits de la distillation de l'éthal qui s'en trouve mélangé : en effet, le blanc de baleine se décomposant en partie par l'action de la chaleur, fournit de l'acide oléique et de l'acide margarique qui se retrouvent dans les produits de la distillation avec l'éthal et la portion de blanc de baleine volatilisée. C'est ce qui fait que les derniers produits qu'on obtient de l'éthal mélangé de blanc de baleine rougissent le papier bleu de tournesol, et ne sont qu'incomplètement solubles dans l'alcool, parce que l'éthal, plus volatil que le blanc de baleine, se volatilise en premier lieu.

L'on voit donc par les expériences rapportées dans ce Mémoire, que la distillation peut, ainsi que nous l'avions fait pressentir dans le précédent, fournir de

très-bons caractères pour distinguer entre elles les différentes espèces de corps gras, et que ces caractères ne sont ni moins généraux, ni moins faciles à constater que ceux de la saponification ; ils offrent, en outre, cela de fort remarquable, qu'ils sont en relation constante avec eux. En effet, nous venons de montrer que le blanc de baleine, de même que l'oléine et que la stéarine, et en général tous les corps gras acidifiables par les alcalis, fournissent des acides semblables, lorsqu'on les distille ou qu'on les saponifie, tandis que la cholestérine et l'éthal, inaltérables par les alcalis, ne fournissent pas d'acides gras par la distillation.

Mémoire *sur un Principe particulier aux graines de la famille des légumineuses, et analyse des pois et des haricots.*

Par M. Henri Braconnot,
Correspondant de l'Institut.

(Lu à la Société royale académique de Nancy, le 26 décembre 1826.)

Je désirais me rendre compte de la raison pour laquelle les eaux dures ou crues, comme celles de puits, sont peu propres à la cuisson des pois secs et autres légumes analogues, qui, au lieu de s'y attendrir et d'y crever comme dans l'eau pure, acquièrent souvent de la dureté ; mais, pour trouver une explication satisfaisante de ce fait, il fallait étudier avec beaucoup de soin la nature des matières qui composent ces légumes. Ein-

hof avait déjà commencé ce travail, mais il a laissé beaucoup à désirer et n'est pas exempt d'inexactitudes, autant que j'ai pu en juger par l'extrait qui en a été donné par M. Thomson, dans son *Système de Chimie*, traduction française, t. IV.

La substance impure, appelée *végéto-animale* par Einhof, a fixé particulièrement mon attention; elle contient un principe immédiat ayant des caractères particuliers qui ne permettent pas de le confondre avec d'autres corps; d'après plusieurs essais que j'ai faits, ce principe paraît exister dans toutes les graines à cotylédons charnus, appartenant à l'une des plus nombreuses et des plus intéressantes familles du règne végétal, celle des légumineuses ou des papillionacées; en conséquence je propose de le désigner sous le nom de *légumine*.

De la Légumine.

Après avoir plongé pendant quelques heures dans l'eau tiède des pois secs et mûrs pour les ramollir et les gonfler, on les réduit en pulpe dans un mortier de marbre; on délaie la matière avec de l'eau pure, en agitant le tout sur un tamis de crin; il en sort une liqueur lactiforme qui, par le repos, laisse déposer tout l'amidon qu'elle tenait en suspension : la liqueur surnageante, encore trouble, contient la légumine en dissolution, apparemment par un acide végétal, et donne à cette liqueur la propriété de mousser considérablement par l'agitation comme du blanc d'œuf fouetté avec de l'eau. Cependant elle ne paraît pas contenir d'albumine; car, exposée à la chaleur, il ne se manifeste aucun flocon coagulé; seulement, par les progrès de l'é-

vaporation, la légumine se sépare peu à peu sous la forme de pellicules diaphanes, peu solubles, d'apparence muqueuse, qui se renouvellent jusqu'à la fin. Elle paraît donc faiblement retenue en dissolution dans cette liqueur; aussi elle tend à s'en séparer peu à peu par le repos. Ainsi obtenue spontanément des pois, elle est impure et en bouillie verdâtre; dans cet état, bien lavée et récente, je me suis assuré qu'elle ne change point la couleur bleue du tournesol. Einhof dit qu'elle rougit les couleurs bleues végétales, et laisse dégager l'odeur d'ammoniaque étant traitée par la chaux; ce qui est un indice manifeste d'altération.

Suivant le même chimiste, elle se dissout dans l'alcool; j'ai reconnu, au contraire, que la légumine, dans son état de pureté, est absolument insoluble dans l'alcool, et c'est même en la lavant encore humide avec ce liquide bouillant que je suis parvenu à l'obtenir du plus beau blanc, tandis que l'alcool prend une couleur verte, et donne, après son évaporation, une matière grasse, insipide, d'un vert jaunâtre, qui a toutes les propriétés de la chlorophylle. La légumine, ainsi lavée avec de l'alcool, était dans un aussi grand état de division que l'amidon; desséchée, elle était demi-transparente et a conservé sa couleur blanche.

Les acides végétaux, oxalique, malique, citrique, etc., étendus d'une grande quantité d'eau, dissolvent la légumine dans son état de division avec une extrême facilité; tous les acides minéraux, au contraire, la précipitent abondamment de ces dissolutions, parce qu'ils forment avec elle des combinaisons acidules très-peu solubles. Si, après avoir précipité la même substance

par un léger excès d'un acide minéral, on chauffe le tout, aussitôt le précipité disparaît ; mais, par le refroisement, la liqueur se prend en une seule masse gélatineuse, ressemblant à de l'empois, se liquéfiant de nouveau à la chaleur.

La légumine pure, ou même celle qui est précipitée de sa dissolution par un acide minéral, chauffée avec un peu d'un acide végétal, le tartrique par exemple, donne une liqueur épaisse, mucilagineuse, laquelle, étendue d'eau, est à peine acidule au goût. L'infusion de noix de galle y forme un dépôt blanc abondant, qui, par la chaleur, se contracte et devient fauve. Cette dissolution mucilagineuse n'est point sensiblement précipitée par l'alcool ; mais en y ajoutant un acide minéral, nitrique, sulfurique, hydrochlorique ou phosphorique, il se manifeste des dépôts floconneux blancs abondans. Le sublimé corrosif ne produit aucun changement remarquable dans cette liqueur acidule ; il en est de même des acétates de plomb, de baryte et d'alumine. Le nitrate de baryte, le nitrate de plomb, l'hydro-chlorate de chaux, le sulfate de cuivre, de fer, et généralement tous les sels métalliques dont l'acide est minéral, déterminent dans cette dissolution des dépôts gélatineux abondans.

Les alcalis les plus faibles, tels que le sous-carbonate de soude, l'ammoniaque ou son sous-carbonate, étendus de beaucoup d'eau, dissolvent très-promptement la légumine pure ou combinée aux acides minéraux. Elle passe aussi à cet état avec beaucoup de facilité et à froid dans l'eau de chaux, surtout lorqu'elle est nouvellement précipitée ; elle produit alors une liqueur

épaisse, mucilagineuse, moussant au moins autant que l'eau de savon par l'insufflation de l'air. L'alcool et les acides minéraux y forment des dépôts blancs abondans. Les acides végétaux ne précipitent la matière dissoute qu'autant qu'il y a neutralité parfaite dans la liqueur. Si on fait bouillir la dissolution de légumine dans l'eau de chaux, il se forme une coagulation, même à l'abri du contact de l'air, et la liqueur n'est plus que faiblement précipitée par l'acide nitrique. L'eau de baryte très-affaiblie se comporte avec cette matière comme l'eau de chaux. Sa dissolution dans l'eau alcalisée par un peu d'ammoniaque donne, par l'évaporation, des pellicules transparentes, muqueuses, peu solubles dans l'eau, qui se renouvellent jusqu'à la fin. La légumine précipitée de sa dissolution par l'acide sulfurique affaibli, ou, si l'on veut, le sulfate acidule de légumine, délayé dans l'eau, donne une liqueur lactiforme homogène; en la faisant bouillir, elle ne change point d'état, et la matière y reste très-divisée sans s'y dissoudre; mais si on la chauffe avec un peu de carbonate de chaux, il se produit une coagulation dense, abondante, formée de légumine et de sulfate de chaux. Le carbonate de baryte, la magnésie, la morphine, l'eau de puits, etc., produisent des effets analogues. Le sulfate acidule de légumine délayé à froid dans l'eau ne change point d'état par l'addition d'une petite quantité d'acide nitrique; mais si, avant d'ajouter cet acide, on y mêle un peu de carbonate de chaux, il se manifeste alors une coagulation abondante qui est encore due à la combinaison de la légumine et du sulfate de chaux. Le nitrate acidule de légumine délayé dans l'eau et chauffé avec un peu de carbonate de chaux,

donne aussi une coagulation abondante résultant de l'union de la légumine au carbonate de chaux ; à froid, il ne se forme aucune coagulation, même par l'acide nitrique. Un papier rougi par le tournesol a été ramené au bleu, étant plongé dans un mélange de nitrate acidule de légumine et d'oxide de plomb ou de sous-carbonate de chaux ; mais comme on pourrait objecter que ce dernier produit seul le même effet, et que d'ailleurs j'avais encore des doutes sur la pureté de la légumine obtenue spontanément, puisque, effectivement, elle m'a encore offert des traces de phosphate acidule de chaux, il m'a paru indispensable de trouver un moyen de la purger de toutes matières étrangères. Je crois y être parvenu en procédant ainsi qu'il suit : après avoir bien lavé le nitrate acidule de légumine, je l'ai traité par l'alcool bouillant pour le priver de la chlorophylle ; je l'ai fait ensuite bouillir avec de l'eau alcalisée avec un peu d'ammoniaque pour chasser la majeure partie de cet alcali ; après quoi j'ai versé dans la liqueur de l'alcool qui en a précipité la légumine. Bien lavée, elle ressemblait à de l'empois ; elle ne retenait plus d'ammoniaque, et cependant, mise en contact avec un papier rougi par le tournesol, il a été rappelé au bleu. Cette matière, étendue sur du papier, y forme un enduit vernissé brillant après la dessication ; exposée à la chaleur, elle se liquéfie sans se coaguler ; les acides minéraux, le sublimé corrosif et les sels métalliques en général forment des coagulations abondantes dans cette matière délayée dans l'eau froide, quoiqu'elle n'y paraisse pas plus soluble que l'amidon cuit ; au reste, elle se dissout facilement dans les acides végétaux, et lors-

qu'on la chauffe avec une dissolution de sulfate de chaux, elle donne lieu à un coagulum qui se sépare d'une eau limpide. L'iode, mis en contact avec cette matière délayée dans l'eau, semble la dissoudre à froid ; mais à chaud on obtient un précipité d'un beau jaune d'orpiment. Cette combinaison, bien lavée à l'alcool bouillant, n'a point changé de couleur même après sa dessication. Elle est insoluble dans l'eau bouillante ; avec l'amidon, elle produit une couleur bleue très-intense. Cette combinaison se dissout très-facilement dans l'ammoniaque affaiblie et se décolore entièrement ; mais en ajoutant à la liqueur un peu d'acide nitrique, le précipité jaune reparaît avec son intensité. La même poudre jaune, exposée dans un tube de verre à une température supérieure à celle de l'eau bouillante, laisse échapper l'iode en vapeurs violettes, et la légumine reste avec la couleur blanchâtre qui lui est propre, si toutefois la chaleur a été ménagée.

Quoique la légumine ne paraisse pas avoir assez d'énergie alcaline pour convertir l'iode en acide iodique et hydriodique, elle n'en jouit pas moins d'une légère alcalinité ; il est vrai qu'elle se dissout dans les alcalis très-affaiblis ; mais la morphine y passe aussi, et même dans l'eau de chaux, ainsi que je l'ai fait observer bien long-temps avant M. Robinet, dans un Mémoire sur le principe extractif (1). La liqueur dont la légumine s'était déposée spontanément, unie à la chlorophylle, retenait encore en dissolution beaucoup de ces substances qui n'étaient point coagulées par la chaleur ; mais cet

(1) *Journal de Physique* de Lamétherie, avril 1817.

effet a eu lieu par l'addition d'un peu de sulfate de chaux dissous dans l'eau; alors il s'en sépare un coagulum blanc, opaque et dense, formé de légumine et de sulfate de chaux. L'eau de puits donne un résultat analogue. Voilà donc, à ce qu'il paraît, la raison pour laquelle les eaux crues qui contiennent du sulfate ou du carbonate de chaux durcissent les légumes; s'il en est ainsi, on a lieu de penser qu'on pourra favoriser la cuisson et la tendreté des légumes secs en les faisant bouillir avec une eau très-légèrement alcalisée, ou acidulée avec un acide végétal, ou tout simplement avec de l'oseille. Beaucoup d'autres sels terreux ou métalliques peuvent produire la même coagulation dans cette liqueur; il en est de même aussi d'un peu d'acide urique aidé de la chaleur.

On parvient à précipiter entièrement la légumine contenue en dissolution dans la liqueur dont il s'agit en y ajoutant une très-petite quantité d'un acide minéral qui y détermine un dépôt blanc abondant, et la liqueur surnageante, parfaitement limpide et presque incolore, ne rougit pas sensiblement le papier de tournesol; d'où il résulte que l'acide minéral s'est entièrement uni avec la légumine. Ces combinaisons acidules ont en général l'aspect d'une bouillie très-divisée ou de l'amidon cuit, et en ont, jusqu'à un certain point, les propriétés collantes. Au reste, elles sont insolubles dans l'eau, et se comportent avec les alcalis et les acides végétaux comme la légumine pure. La même liqueur qui nous occupe, abandonnée à elle-même jusqu'au point où elle éprouve un commencement d'altération, laisse déposer toute la légumine qu'elle retenait en dissolution; ce qui me paraît favorisé par la présence du phosphate

acidule de chaux qu'elle entraîne dans sa précipitation, ce qui altère ses propriétés.

Si les acides minéraux affaiblis forment des combinaisons acidules insolubles avec la légumine, il en est tout autrement lorsqu'on la met en contact avec les mêmes acides concentrés, ils en opèrent très-promptement la dissolution. J'ai mêlé à cette substance pulvérisée une petite quantité d'acide hydrochlorique, il en est résulté instantanément un mucilage épais, transparent, visqueux, très-tenace, dont l'eau reprend l'excès d'acide, et laisse une matière blanche, opaque, qui est de l'hydro-chlorate acidule de légumine.

J'ai distillé la dissolution mucilagineuse de légumine par l'acide nitrique; le résidu, desséché avec beaucoup de soin, puis traité avec de l'eau, a donné une poudre peu soluble, et une liqueur jaune très-amère et astringente, qui a fourni par l'évaporation une quantité notable d'acide oxalique. Le résidu, peu soluble, bien lavé, avait une saveur aigre; il a passé facilement dans l'ammoniaque affaibli, à l'exception d'une petite quantité d'oxalate de chaux; l'acide nitrique versé dans cette dissolution y a produit un précipité blanc abondant, qui n'était point de l'acide mucique, ainsi qu'on aurait pu le croire, car étant exposé à la chaleur, il s'est fondu comme de la cire, et avait les propriétés de l'acide que j'ai produit en distillant de l'acide nitrique sur le suif, et qui m'a paru se rapprocher de l'acide pyrosébacique de M. Thenard (1). Il provient sans doute de la matière grasse ou de la chlorophylle

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXXVI, p. 98.

qui n'avait point été séparée de la légumine ainsi traitée par l'acide nitrique. Le sulfate acidule de légumine en poudre, traité à froid par l'acide sulfurique concentré, produit un mucilage épais, duquel l'eau sépare entièrement la matière dissoute ; mais si, avant d'y ajouter de l'eau, on l'expose à la chaleur du bain marie, il perd peu à peu de sa consistance épaisse en prenant une couleur pourpre foncée, et l'eau ne produit plus alors de précipité, et la légumine se trouve métamorphosée en une substance semblable à celle qui existe naturellement dans les pois et les haricots, et que j'ai désignée par le nom de *matière peu animalisée*, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. Si, au lieu de séparer cette matière de l'acide sulfurique par le carbonate de chaux, on étend la liqueur de quatre ou cinq fois son volume d'eau, et qu'on la fasse bouillir pendant quelques heures en ajoutant de l'eau à mesure qu'elle s'évapore, on obtient, par le refroidissement, une couche de matière grasse figée ayant les propriétés physiques de la cire ; fondue et lavée plusieurs fois avec de l'eau, elle était acide et s'unissait immédiatement avec les alcalis. Je n'insisterai pas sur cette matière parce qu'elle provient évidemment de la chlorophylle qu'on n'avait point séparée du sulfate acidule de légumine employé ; seulement je ferai observer que dans quelques circonstances l'acide sulfurique concentré, employé convenablement, est souvent plus sûr que l'alcool et l'éther pour séparer entièrement les corps gras retenus par plusieurs substances. La liqueur acide séparée de la couche de matière grasse dont nous venons de parler, saturée par le carbonate de chaux, puis filtrée et évaporée, a laissé

un extrait jaunâtre d'une saveur de bouillon, et duquel la potasse a dégagé de l'ammoniaque. Cet extrait, traité par l'alcool bouillant, a laissé pour résidu une matière peu animalisée, d'un goût agréable d'osmazome, et dont la solution aqueuse était précipitée par l'infusion de noix de galle. Le liquide alcoolique a laissé déposer en refroidissant des petits cristaux blancs, grenus, de la même substance que j'avais obtenue en traitant la fibre musculaire et la laine par l'acide sulfurique, et à laquelle j'ai cru devoir donner le nom de *leucine*. — La légumine, chauffée dans une cornue de verre, se fond en se boursoufflant long-temps, et on obtient pour produit une quantité presque imperceptible de carbonate d'ammoniaque sublimé, et un liquide jaunâtre qui en retenait beaucoup, ainsi que de l'acétate et de l'hydrosulfate d'ammoniaque. Il est resté un charbon brillant, très-difficile à incinérer, faisant près du tiers de la matière distillée. La légumine paraît moins azotée que l'albumine ; elle contient du soufre, lequel est d'ailleurs rendu sensible en la chauffant dans un vase d'argent. La même matière obtenue spontanément, surtout lorsqu'elle a éprouvé un commencement de putréfaction (1), fait

(1) Sir John Pringle a fait observer, il y a soixante-seize ans, combien les matières animales putrides ont de tendance à exciter la fermentation. Cet illustre médecin ayant ajouté à 4 onces de lait environ 2 gros de sang corrompu, il s'ensuivit, après une infusion tranquille de six ou sept heures, une violente fermentation qui fit sauter le bouchon de verre, et l'écume se répandit par-dessus, quoique la bouteille ne fût guère plus qu'à moitié pleine. (5e *Mémoire sur les Substances septiques et anti-septiques.*)

fermenter le sucre avec vivacité ; il en résulte une liqueur vineuse, laquelle, abandonnée plus long-temps à elle-même avec son dépôt, s'aigrit ; alors une partie de la légumine entre en dissolution par le moyen de l'acide développé, et il en résulte une liqueur qui ne passe qu'avec une extrême lenteur à travers le filtre, et dans laquelle les acides minéraux forment des précipités. Cette liqueur aigrie spontanément ne contient presque point de vinaigre, mais bien l'acide que j'ai produit autrefois en faisant aigrir des pois, des haricots, etc., et que j'avais cru devoir distinguer sous le nom d'*acide nancéique*, parce que je lui avais trouvé des propriétés fort différentes de celles qui ont été assignées par Schéele et par M. Berzelius à l'acide lactique ; au reste, j'avais annoncé qu'il existait dans ce dernier, masqué par beaucoup de matières étrangères (1). C'est sans doute à la légumine que l'on doit attribuer en grande partie les qualités très-nutritives que l'on connaît aux légumes secs. Après avoir exposé les propriétés de cette substance, il nous reste à exposer succinctement l'analyse que nous avons faite des pois secs et mûrs et des haricots, quoique ces précieux légumes eussent déjà été l'objet des recherches d'Einhof.

Analyse des pois.

100 grammes de pois ramollis et gonflés après une digestion de quelques heures dans l'eau tiède ont quitté facilement, par une légère pression, leurs enveloppes immédiates ou tuniques séminales. Ces pellicules des-

---

(1) *Annales de Chimie*, t. LXXXVI, p. 98.

séchées pesaient 8,26 gram. Elles fournissent peu de matière à l'eau ; mais en les faisant bouillir avec de l'eau alcalisée par la potasse, on a obtenu une liqueur mucilagineuse dans laquelle l'acide sulfurique affaibli a formé un dépôt gélatineux d'acide pectique. Le résidu insoluble dans l'eau alcalisée bouillante pesait, après sa dessication, 5,36 gram. ; c'était de la fibre ligneuse. Les enveloppes des pois ne contiennent qu'une très-petite quantité de légumine ; car, en les faisant bouillir avec de l'eau acidulée par l'acide oxalique, on obtient une liqueur qui n'est que faiblement troublée par l'acide sulfurique. La teinture d'iode y produit une couleur bleue assez intense due à l'amidon. Les pois privés de leurs enveloppes ont été réduits en pulpe très-divisée dans un mortier ; on a délayé la matière avec de l'eau distillée, et on a jeté le tout sur un tamis de crin sur lequel est resté le parenchyme. Bien lavé et desséché, il pesait 14,94 gram. ; nous y reviendrons dans un instant. Le liquide trouble, recueilli avec soin et mélangé aux eaux de lavages du parenchyme, a laissé déposer, au bout de vingt-quatre heures, tout l'amidon qu'il tenait en suspension ; celui-ci, recueilli et desséché avec les précautions convenables, pesait 33 gram. ; il était très-blanc. Le liquide surnageant l'amidon a été mélangé avec une petite quantité d'acide sulfurique affaibli, justement suffisante pour précipiter toute la légumine, puis on a filtré au bout de quelques heures : on a obtenu un liquide parfaitement transparent et presque incolore, lequel a été mélangé à l'eau de lavage de la matière restée sur le filtre ; celle-ci traitée encore humide par l'alcool bouillant, lui a

abandonné environ 1,2 gram. de chlorophylle, et a laissé le sulfate acidule de légumine qui, desséché, représentait 18,4 gram. de légumine sèche. Si, au lieu de laver avec beaucoup d'eau le dépôt obtenu par l'acide sulfurique, on le traite immédiatement par l'alcool bouillant, on obtient, indépendamment de la chlorophylle, une petite quantité d'une matière jaune, d'apparence gommeuse, soluble dans l'eau et dans l'alcool, et d'une saveur amère très-prononcée. Le liquide aqueux transparent, séparé de la légumine précipitée par l'acide sulfurique, rougissait à peine le papier bleu teint par le tournesol; cependant il a été chauffé avec un peu de carbonate de baryte, puis on l'a filtré, et évaporé jusqu'en consistance de syrop épais; il s'est déposé du sulfate de chaux provenant, à ce qu'il paraît, de la décomposition du phosphate de chaux par l'acide sulfurique. Le résidu syrupeux ayant été traité par l'alcool bouillant, celui-ci a laissé, après son évaporation, près de 2 gram. de sucre incristallisable. La matière qui a résisté à l'action de l'alcool bouillant a été redissoute dans l'eau légèrement alcoolisée pour précipiter tout le sulfate de chaux, puis on a filtré et rapproché convenablement la liqueur : l'alcool en a séparé une matière qui ressemblait à de la gomme; j'estime que son poids peut être évalué à 8 gram. Elle était peu colorée, d'une odeur et d'une saveur agréables de bouillon. Sa dissolution dans l'eau était précipitée abondamment par l'infusion de noix de galle. L'hydrochlorate de chaux, l'acétate d'alumine, le sulfate de fer protoxidé n'y ont occasioné aucun trouble; mais l'acétate de plomb, le persulfate de fer, le sublimé corrosif y ont

formé des précipités qui pouvaient être dus à la présence d'une petite quantité de légumine. En effet, la liqueur surnageant le dépôt formé par l'acétate de plomb, privée par l'acide hydrosulfurique de l'excès de plomb qu'elle retenait, a donné une matière qui n'était plus précipitée par les dissolutions métalliques, mais qui l'était tout autant qu'auparavant par l'infusion de noix de galle. Distillée, elle a donné un produit acide qui contenait de l'ammoniaque. Cette matière paraît donc peu animalisée. — Je reviens à l'examen des 14,94 gram. du parenchyme des pois ; ils étaient formés, pour la plus grande partie, d'amidon que l'eau bouillante n'aurait pu enlever qu'avec beaucoup de difficulté.

La moitié de ce résidu, c'est-à-dire 7,47 gram. ont été mis en ébullition avec de l'eau aiguisée par l'acide hydrochlorique, et tout l'amidon a été dissous et converti en partie en matière gommeuse. L'ammoniaque a formé dans la liqueur acide un précipité gélatineux de phosphate de chaux sans mélange d'oxalate ; y ayant versé ensuite de l'oxalate d'ammoniaque, il s'est formé un autre précipité d'oxalate de chaux. Il pesait 0,1 gram. Quelle peut être l'origine de cette chaux ? J'avais d'abord pensé qu'elle pouvait être due à du pectate de chaux que j'ai reconnu dans quelques écorces d'arbres, lesquelles ne donnent point ou très-peu d'acide pectique, lorsqu'on les fait bouillir immédiatement avec les alcalis, mais en fournissent ensuite beaucoup lorsqu'elles ont été préalablement traitées à l'aide de la chaleur par l'acide hydrochlorique affaibli qui s'empare de la chaux et rend l'acide pectique libre ; mais comme je n'ai rien remarqué de semblable dans le parenchyme des pois, il faut bien admettre que cette chaux était unie

à l'acide carbonique ; je n'aurais cependant pas osé en déduire cette conséquence sans l'exemple de M. Vauquelin, qui pense que le carbonate de chaux fait partie constituante des écorces du solanum pseudo-quina et du quina bicolor.

La portion du parenchyme restant, après l'action de l'eau bouillante, aiguisée d'acide hydrochlorique, a été traitée par l'eau alcalisée avec la potasse ; on a passé la liqueur bouillante à travers un linge sur lequel est resté une matière insoluble, mollasse et d'un aspect gélatineux. Je ne sais à quoi la rapporter, si ce n'est à la fibre ligneuse ; elle ne pesait après sa dessication que 0,53 gram. ou 1,06 gram. pour les 100 gram. de pois privés de leurs enveloppes. La liqueur alcaline, séparée de cette matière, a donné par l'acide sulfurique affaibli, un dépôt volumineux, gelatiniforme, transparent, qui avait toutes les propriétés de l'acide pectique. La teinture d'iode a prouvé qu'il ne contenait point d'amidon ; il ne contenait point non plus de légumine, car une faible dissolution d'acide oxalique ayant été chauffée avec cette gelée, puis filtrée, n'a pas été troublée par les acides minéraux.

Cet acide pectique ainsi obtenu ne pesait après sa dessication que 0,16 gram., mais il a dû s'en perdre beaucoup dans l'eau acidulée bouillante aussi bien que dans les eaux de lavages. Les 7,47 gram. du parenchyme qui me restait ont été traités immédiatement par l'eau alcalisée par la potasse, et la liqueur, précipitée par un acide, m'a donné une gelée transparente, du poids de 2 gram. après sa dessication ; mais cet acide pectique retenait de l'amidon. Indépendamment des matières que je viens d'indiquer dans les pois, on y trouve

aussi des traces d'un acide organique en partie saturé par la potasse, ainsi qu'une matière odorante.

100 gram. de pois fortement desséchés ont perdu 12,5 gram. d'humidité. Ils contiennent, d'après l'analyse que nous venons de présenter :

	gr.	
1°. Enveloppes séminales composées de	8,26,	tissu ligneux, 5,36. acide pectique, 1,73. matière soluble dans l'eau, amidon et traces de légumine... 1,17.
2°. Amidon	42,58	
3°. Légumine	18,40	
4°. Eau	12,50	
5°. Matière animalisée soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool	8,00	
6°. Acide pectique, retenant de l'amidon	4,00	
7°. Sucre incristallisable	2,00	
8°. Matière grasse verte (chlorophylle)	1,20	
9°. Squelette pulpeux	1,06	
10°. Matière amère soluble dans l'eau et dans l'alcool, quantité indéterminée	» »	
11°. Carbonate de chaux?	0,07	
12°. Phosphate de chaux, phosphate de potasse, acide organique en partie saturé par la potasse, matière odorante et perte	1,93.	
Total	gr. 100,00.	

Analyse des Haricots.

100 grammes de haricots m'ont donné pour résultat :

1°.	Enveloppes séminales composées de	gr. 7,00,	fibre ligneuse, 4,60. acide pectique, 1,23. Matière soluble dans l'eau, amidon et traces de légumine.... 1,17.
2°.	Amidon..........	42,34	
3°.	Eau..............	23,00	
4°.	Légumine........	18,20	
5°.	Matière animalisée, soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool..............	5,36	
6°.	Acide pectique retenant de la légumine et de l'amidon.	1,50	
7°.	Matière grasse peu colorée..........	0,70	
8°.	Squelette pulpeux.	0,70	
9°.	Sucre incristallisable............	0,20	
10°.	Phosphate de chaux et de potasse, carbonate de chaux, traces d'acide organique, en partie saturé par la potasse, et perte..........	1,00.	
	Total........	gr. 100,00.	

LETTRE *de M.* Gay-Lussac *à M.* Longchamp *sur sa Théorie de la Nitrification.*

PERMETTEZ-MOI, Monsieur, de vous adresser quelques observations sur votre théorie de la nitrification insérée dans le tome 33e de ce Journal, et à laquelle vous avez joint un avant-propos dans une brochure particulière : c'est sur cette brochure que j'établirai ma discussion.

Votre théorie consiste à admettre que les matières animales ou végétales ne sont point nécessaires à la formation de l'acide nitrique dans la nature, et que l'air seul en fournit les élémens.

Vous connaissez l'opinion que je m'en suis formée; et, puisque le désir de vous rendre utile et de corriger d'anciennes erreurs, que vous m'accusez de défendre et de propager, vous a déterminé à publier cette théorie, vous ne trouverez pas mauvais, dans l'intérêt de la vérité que nous cherchons tous deux, que je discute les preuves sur lesquelles vous l'avez établie, d'autant plus que je n'ai rien vu dans ce que vous avez imprimé qui soit contraire à la théorie qui est exposée dans l'Instruction sur la fabrication du salpêtre, publiée en 1820 par le Comité consultatif des Poudres et Salpêtres, ni rien qui démontre l'exactitude de la vôtre, et qu'il importe enfin que votre travail, présenté avec une assurance qui semble exclure le moindre doute, soit apprécié à sa juste valeur.

Je suis entièrement de votre avis, Monsieur, quand vous dites : « Peu importe ce que Stahl a dit et vu ; » reconnaissez par vous-même ce que vous en devez

» penser, etc. » Mais je suppose que vous entendez qu'il faut reconnaître avec le secours de l'expérience, car il n'est donné à personne de deviner la nature sans la faire parler elle-même. Cependant, en vous voyant professer un principe aussi juste, on peut être surpris que, depuis plus de vingt et un ans que vous annoncez porter vos méditations sur la nitrification, vous n'ayez pas pris la voie que vous recommandez, et que vous accordiez une confiance aveugle à une *vieille expérience sans nom d'auteur*, en laquelle toute personne non prévenue ne pourra en mettre aucune. A la vérité, quand on a lu votre théorie nouvelle de la nitrification, on conçoit qu'il vous serait peu utile de répéter des expériences. Vous pensez que la potasse se forme journellement, et « ne prêtant pas à la nature une impuis-
» sance que tout dément, vous croyez qu'avec une base
» et deux ou trois élémens elle forme tous ces métaux
» dont les faibles moyens du chimiste nous forcent à
» recevoir tous les jours une nouvelle kyrielle. » L'air, direz-vous, porte les deux élémens de l'acide nitrique, et dès-lors qu'est-il besoin de faire intervenir des matières animales? La nature n'est-elle pas assez puissante pour rapprocher, sans leur secours, l'azote et l'oxigène de l'atmosphère? Avec de tels principes créés *à priori*, que je ne puis partager, nous nous entendrons difficilement : vous êtes d'ailleurs trop persuadé de la routine où je dois rester, comme faisant partie d'une Administration, pour que vous ayez cru me convaincre; et moi, je ne crois pas avoir plus d'influence sur vous. Ainsi nous n'écrivons l'un et l'autre que par amour de la vérité. Cependant, quoiqu'elle me

soit bien chère, je déclare n'avoir point l'intention de discuter tout ce que renferme votre Mémoire, vos raisonnemens surtout; je veux me borner à démontrer que vous n'avez prouvé par aucun fait ce que vous avez cru prouver. Vous dites :

Section première. *Les nitrates se trouvent et se forment dans des matériaux ou dans des lieux qui ne contiennent ni matières végétales ni matières animales, et qui n'ont jamais été soumis aux émanations des animaux.*

Vous en citez pour preuve que des terres extraites des caves fournissent des nitrates par la lixiviation, et que ces terres, replacées dans les mêmes lieux, donnent encore, *après huit à dix ans*, de nouvelles quantités de salpêtre. J'avoue que je ne conçois pas comment vous pouvez regarder ce fait comme favorable à votre théorie; car il n'y a pas de lieu qui, par sa situation, soit plus propre qu'une cave à recevoir par infiltration des matières animales de toute espèce.

La seconde preuve que vous citez est que Lavoisier a pris en pleine carrière un très-grand nombre d'échantillons de craie à la Roche-Guyon et à Mousseaux, et que tous ont donné, par le lessivage, une petite quantité de salpêtre mêlé à *beaucoup* de nitrate de chaux.

J'ai lu tout le Mémoire de Lavoisier, et je n'y ai vu aucune observation qu'on puisse considérer comme une preuve du principe que vous voulez établir, parce que Lavoisier n'a pas cherché à apprécier toutes les circonstances qui ont pu concourir à la production du salpêtre dans les lieux où il l'a observé. S'il a tiré des faits qu'il rapporte dans son Mémoire la conséquence que

« l'acide nitreux n'est pas préexistant dans les craies » de la Roche-Guyon, mais qu'il s'y forme par l'action » de l'air, » il n'a pas plus voulu dire qu'il se formait sans le secours de matières animales que sans celui d'une base; et en effet, comme vous l'observez très-bien, il a attribué la formation de ce sel à la présence d'une matière animale contenue dans les craies. Il est vrai que l'explication qu'il donne de la présence de cette matière animale dans les craies ne vous paraît pas satisfaisante; mais ne nous arrêtons pas à des explications, et venons-en aux faits.

1°. J'ai recueilli, il y a sept ans, avec MM. Baritot, Aubert et Lecocq, des échantillons de craie dans les environs de la Roche-Guyon, loin des habitations, et ces échantillons, soumis à la distillation, ont donné de l'ammoniaque, l'odeur qui caractérise les matières animales, et, de plus, ont noirci.

2°. Les craies extraites des carrières de Meudon, que l'on vend sous le nom de *blanc d'Espagne,* ont donné des résultats semblables.

3°. La terre des champs donne aussi, à la distillation, les produits des matières animales, souvent même après avoir été bien lavée.

Peut-il, d'après cela, paraître étonnant qu'il se forme *un peu* de nitre dans les terres et dans les craies, et qu'entraîné peu à peu par les eaux, il s'accumule sur les surfaces sur lesquelles ces dernières s'évaporent, surtout si l'on fait attention que les produits qu'a obtenus Lavoisier pouvaient être le résultat d'un très-grand nombre d'années.

Vous faites dire, Monsieur, à cet illustre chimiste

que *tous* les échantillons de craie qu'il a examinés lui ont donné *beaucoup* de nitrate de chaux ; voyons-en la preuve.

Une *efflorescence* blanche (N° XXVI, page 544 du vol. XI des *Savans étrangers*) recueillie dans un creux de 4 à 5 pieds de profondeur, défendu complètement de la pluie et des injures de l'air, et formé au haut d'un rocher crayeux, presque inaccessible, au pied duquel est creusée l'église d'Authile, a donné sur 100 livres les résultats suivans :

Sel marin pur en beaux cristaux,	4 onces.	2 gros.	52 grains.
Muriate de chaux............	»	6	68
Nitrate de chaux.............	»	6	68

Remarquez que c'est le résultat de 100 livres d'une efflorescence qui n'a peut-être été produite qu'en vingt ans ; que le sel marin et le muriate de chaux qui ne se sont pas formés sur place ont été amenés et déposés par les eaux, et que rien ne répugne à admettre que le nitrate de chaux, que je supposerai avoir été formé dans les terres supérieures, (car notez bien que le creux est aux deux tiers de l'escarpement), a été déposé d'une manière semblable, si vous n'aimez mieux admettre que le creux peut avoir servi quelquefois d'asile aux pigeons ou à d'autres oiseaux qu'on dit, dans le pays, être très-friands de ces sortes d'efflorescences. Remarquez enfin que le creux d'Authile est le plus heureusement situé qu'il soit possible pour une abondante production de nitrate de chaux, puisque Lavoisier dit expressément qu'il est défendu complètement de la pluie et des injures de l'air, et vous ne serez plus surpris que

j'admette que les expériences de Lavoisier ne sont point du tout favorables à votre théorie.

SECTION DEUXIÈME. *L'Acide nitrique se forme en plein air, dans des matériaux qui ne contiennent aucun vestige de matières animales ou végétales.*

Pour établir cette assertion, vous dites : un concurrent (Histoire du prix, p. 160) a fait une expérience très-soignée (C'est celle que j'ai appelée *vieille expérience, sans nom d'auteur*). Il a pris de la *terre des champs* qui a été lessivée bien exactement (l'auteur dit seulement qu'il l'a lavée). Cette terre a été placée à la cave sur des dalles portées par des supports en fer de deux pieds de haut, et, au bout d'un an, elle a donné, par lessivage, *un degré à l'aréomètre !* Vous concluez que cette expérience, suivant vous, *judicieusement faite*, prouve de la manière la plus incontestable que les terres se nitrifient à l'air, sans qu'il soit nécessaire d'y faire concourir les matières animales.

C'est là, sans doute, un fait très-important en faveur de votre théorie, que je ne m'arrêterai pas cependant à discuter. Mais pourquoi passez-vous sous silence les expériences de Lorgna faites tout aussi judicieusement que celles de votre inconnu, puisqu'elles ont été faites dans des terrines? Est-ce parce qu'elles sont tout-à-fait contraires à votre opinion, et que vous n'avez aucune confiance en un observateur dont le travail a été jugé digne d'un prix par les commissaires de l'Académie? Mais pourquoi passez-vous aussi sous silence les résultats de plusieurs autres concurrens, d'accord avec ceux de Lorgna? Pourquoi enfin, parce que les résultats de Thouvenel ne s'accommodent pas à

votre gré à la théorie que vous avez imaginée, accusez-vous de faux cet habile observateur en disant : « Il s'agirait de savoir si Thouvenel n'a pas un peu » soumis les nombres à ses opinions ; car il était un » des grands partisans du concours des matières animales pour obtenir une production d'acide nitrique? » Je m'abstiendrai de toute réflexion : je me borne à conclure qu'avec de tels argumens vous êtes bien loin d'avoir prouvé ce que vous avancez.

Section troisième. *L'acide nitrique est formé exclusivement par les élémens de l'atmosphère.*

« J'ai prouvé, dites-vous, dans les deux sections » précédentes, en rapprochant des faits *concluans* et » *bien observés*, qu'il se forme du salpêtre dans des » lieux éloignés de toute habitation, dans des matériaux ne contenant pas de matières animales ; je vais » joindre le raisonnement aux faits pour faire voir » combien est peu fondé ce principe qu'on a cru pouvoir établir : *des matériaux propres à la nitrification ne se salpêtrent* jamais *à l'air sans le concours* » *d'une matière animale.* » (Pag. 16 *de l'Instruction sur la fabrication du Salpêtre.*)

Mais si j'ai fait voir que les faits que vous citez ne sont rien moins que *concluans* et *bien observés*, si même il est à-peu-près certain que la confiance que vous avez en votre opinion a pu vous aveugler, il me sera permis, dans une discussion peut-être déjà trop longue et trop peu nécessaire, de m'abstenir de vous suivre dans vos raisonnemens. Je me borne à déclarer que je les trouve la plupart vagues et inexacts, et que vous ne prouvez nullement ce que vous vouliez prou-

ver ; *que l'acide nitrique est formé exclusivement par les élémens de l'atmosphère.* Si vous eussiez dit que, dans quelques circonstances inconnues, il peut s'en former sans le concours de matières azotées, je ne le contesterais point ; mais ce mot *exclusivement* rend votre opinion tout-à-fait insoutenable. J'ose même affirmer, sans rappeler une expression très-inconvenante qui vous est sans doute échappée, qu'il n'y a pas de salpêtrier, si ignorant que vous puissiez le supposer, qui ne sache que les matières animales concourent très-puissamment à la production du salpêtre, et bien autrement que par l'humidité que vous supposez gratuitement qu'elles pourraient bien entretenir dans les mélanges propres à la nitrification.

Ayant épuisé vos raisonnemens, vous interprétez à votre avantage des passages de Lavoisier qui ne sont point susceptibles d'une telle interprétation. Lavoisier a toujours cru, sinon à la nécessité indispensable des matières animales pour la nitrification, du moins à leur grande utilité pour la favoriser, faute d'expériences démonstratives pour fixer entièrement son opinion. Enfin, les passages que vous citez de Proust et du docteur J. Davy ne sont d'aucun poids à mes yeux pour établir votre théorie. Les observateurs les plus habiles n'ont pas le privilége de deviner la nature *en passant*, sans avoir préalablement examiné toutes les circonstances qui peuvent concourir à la production d'un phénomène, et avoir fait la part de chacune d'elles.

En terminant cette discussion, je devrais rappeler les sages préceptes que vous donnez aux personnes qui cultivent les sciences, en déplorant le malheur que j'ai

eu de tomber dans l'erreur pour avoir adopté, « sur » l'autorité de Lavoisier, Berthollet et de tant d'autres » chimistes célèbres, une théorie qui n'était pas fon- » dée, » mais la prolonger ne pourrait amuser personne; nous sommes trop petits l'un et l'autre. Permettez-moi seulement de faire l'observation qu'ayant appartenu long-temps à l'ancienne Administration des Poudres que vous n'aviez pas quittée, il ne vous appartenait plus, je ne dis pas de la blâmer, mais d'invectiver contre elle. Elle était composée d'hommes respectables qui ne sont plus, et leur cendre est sourde et muette. Vous trouvez la nouvelle mieux composée; vous craignez seulement pour elle cet esprit de routine à la suite duquel viennent les jugemens faux, et vous en êtes tellement convaincu que vous déclarez d'avance « que votre opinion ne sera nullement ébran- » lée par les résultats défavorables à votre théorie que » pourra présenter la Direction des Poudres. » J'ignore, Monsieur, quelle opinion elle émettrait sur le mérite de votre théorie de la nitrification, si elle était appelée à la faire connaître; mais je pense qu'elle fera très-bien de persister dans son esprit de routine, tant qu'elle ne sera excitée à en sortir que par des théories aussi peu solides que celle que vous avez imaginée. Au reste, Monsieur, je puis vous apprendre que cette Administration, que vous voudriez calomnier, a fait faire depuis plusieurs années, dans quelques commissariats et dans son laboratoire particulier, des expériences pour déterminer les circonstances favorables à la nitrification; mais ce n'est pas ici le lieu d'en parler.

Je conclus, Monsieur, de la discussion dans laquelle

je suis entré, que vous n'avez nullement ébranlé la théorie de la nitrification que vous vous étiez proposé de renverser, et que je crois avoir démontré que les observations dont vous vous êtes servi pour établir la vôtre, ou sont insuffisantes, ou ne méritent aucun degré de confiance.

J'ai l'honneur d'être, Monsieur, etc.

NOUVEAUX COMPOSÉS DE BRÔME.

Ether hydro-bromique et Cyanure de Brôme; Solidification du Brôme et de l'Hydro-Carbure de Brôme.

PAR M. SÉRULLAS.

(MÉMOIRE présenté à l'Académie royale des Sciences de l'Institut, le 15 janvier 1827.)

L'histoire de l'iode (1) restera, dans les annales de la science, comme un monument admirable d'exactitude et de sagacité; elle seule suffirait pour illustrer son auteur, si tant d'autres travaux ne lui avaient acquis une si grande et si juste célébrité.

Cette histoire, toujours de plus en plus appréciée par ceux qui cultivent la chimie, vient, dans une circonstance récente et mémorable, à l'occasion de la découverte du brôme, de nous montrer toute son importance et son utilité; elle a servi de modèle et de guide pour toutes les combinaisons qui ont été faites avec le corps nouveau (le brôme).

En effet, l'analogie du brôme avec le chlore et l'iode

---

(1) *Annales de Chimie*, t. XCI.

étant une fois établie, et c'est en ce point que se distingue principalement l'habileté de M. Balard, à qui nous sommes redevables de cette nouvelle richesse chimique, il est aisé de prévoir, en connaissant une combinaison quelconque de chlore ou d'iode, qu'il doit en exister ou qu'on peut en produire une semblable de brôme, en apportant dans les moyens employés les modifications que peuvent suggérer les caractères apparens de ce dernier, son état liquide et sa grande volatilité.

Cette considération m'a conduit à faire des essais dans le but d'obtenir des composés de brôme correspondans à ceux d'iode ; je parle de ceux dont il n'est fait aucune mention dans le Mémoire de M. Balard.

Je suis loin d'avoir donné à mes vues l'extension que j'avais projetée, n'ayant pu me procurer, à toutes les sources qui étaient à ma portée, que de petites quantités de brôme, cette substance étant encore très-rare. Cependant, dans les tentatives que j'ai faites, je suis arrivé très-exactement aux résultats sur lesquels je comptais ; et comme ils m'ont semblé pouvoir présenter quelqu'intérêt, je prends la liberté de les soumettre à l'Académie.

Solidification du Brôme.

M. Balard, en décrivant les propriétés du brôme, observe qu'il ne se congèle pas à 18 — o.

Ayant eu occasion de liquéfier du gaz acide sulfureux pour obtenir des froids artificiels dont j'avais besoin, je pensai d'en faire l'application au brôme, afin de voir si l'abaissement excessif de température que produit l'acide sulfureux liquide en repassant à l'état gazeux, pourrait amener le brôme à l'état solide, en supposant, d'après la tentative de M. Balard, qu'il fallait un très-grand froid pour y parvenir.

Je reconnus bientôt qu'il n'était pas nécessaire de recourir à un moyen aussi puissant ; car le tube de verre contenant le brôme destiné à l'expérience ayant été préalablement plongé, comme moyen préparatoire, dans

un mélange frigorifique dont la température était à 20 — 0, le brôme est devenu solide et très-dur en un instant; il se brise alors par le choc. L'expérience se fait également très-bien en versant le brôme dans un verre de montre placé sur le mélange frigorifique; sa solidification s'opère de 18 à 20 — 0.

Action du Brôme sur l'hydriodure de carbone.

En me rappelant l'action puissante que le chlore exerce sur l'hydriodure de carbone (*Annales de Chimie et de Physique*, tom. XXII, pag. 183), je ne pouvais manquer, toujours guidé par l'analogie, d'essayer celle du brôme sur ce même hydriodure de carbone; elle est aussi des plus vives.

En projetant sur du brôme en excès contenu dans un tube de verre, une petite quantité d'hydriodure de carbone (2 p. de brôme, 1 p. d'hydriodure), la décomposition de l'hydriodure de carbone est instantanée; il y a développement de beaucoup de chaleur, et on entend, à l'instant du contact, un bruit semblable à celui d'un fer rougi qu'on plonge dans l'eau; il se forme un bromure d'iode et un hydro-carbure de brôme liquide. Une partie du brôme s'est donc substituée à l'iode, s'est unie à l'hydrogène carboné; nouvel exemple du déplacement de l'iode par le brôme. En traitant ensuite par l'eau, on dissout le bromure d'iode, et l'hydro-carbure de brôme, coloré par du brôme, se réunit au fond de la liqueur; on le décolore par l'addition d'une quantité suffisante de potasse caustique. Si l'hydriodure de carbone est en excès, il se forme peu d'hydro-carbure de brôme, et, dans ce cas, un sous-bromure d'iode, que je désigne ainsi parce que je lui trouve le même caractère que celui par lequel M. Gay-Lussac distingue le sous-chlorure d'iode, c'est-à-dire, qu'il donne un précipité d'iode, quand on y verse avec précaution de la potasse caustique en dissolution.

Cet hydro-carbure de brôme, après avoir été lavé à l'eau de potasse, est incolore, d'une densité plus grande que l'eau, d'une odeur pénétrante et éthérée, d'une sa-

veur excessivement sucrée qu'il communique à l'eau sous laquelle il est placé, y étant un peu soluble; il est très-volatil.

On peut voir que ces différentes propriétés sont absolument les mêmes que celles du corps liquide que j'ai désigné sous le nom de *proto-hydriodure de carbone* (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xxv, p. 311), tellement semblables qu'on pourrait s'y méprendre physiquement. Mais il en diffère chimiquement en ce qu'il ne se colore pas à l'air comme le proto-hydriodure de carbone, et que, versé sur un fragment de porcelaine incandescent, il ne donne point comme lui des vapeurs violettes, mais seulement des vapeurs blanches; qu'enfin, dans les décompositions qu'on lui fait subir, on retrouve du brôme au lieu d'iode.

De ces deux liquides composés de brôme que j'ai obtenus, savoir l'éther hydro-bromique, dont je parle plus bas, et l'hydro-carbure de brôme dont il est maintenant question, il était bien probable que l'un d'eux devait être identique avec celui que M. Balard a produit en versant une goutte de brôme dans un flacon plein de gaz hydrogène bi-carboné, les combinaisons de même nature n'étant pas généralement assez multipliées pour qu'on fût autorisé à supposer, dans ce cas, l'existence d'une troisième.

Je ne pouvais être éclairé à cet égard par la description que j'avais sous les yeux de celui que je ne connaissais pas; car on voit que tous les deux sont plus pesans que l'eau; qu'ils sont également très-volatils; qu'ils sont doués chacun d'une odeur éthérée particulière qu'on ne peut exprimer que par des approximations sujettes à erreur; la saveur, qui est ordinairement une des propriétés saillantes et caractéristiques de ces sortes de composés, n'est point indiquée pour celui de M. Balard; il m'était impossible de décider auquel des deux miens il devait être rapporté.

De telles incertitudes sont bientôt levées quand on a des matériaux pour répéter les expériences; mais j'en étais dépourvu. Enfin j'ai pu recouvrer, en traitant par le chlore et l'éther les résidus de mes précédens essais,

quelques gouttes de brôme que j'ai mises de suite en contact avec du gaz hydrogène bi-carboné, et j'ai pu reconnaître parfaitement que le liquide qui en résulte est bien le même que celui que j'obtiens par l'action du brôme sur l'hydriodure de carbone solide; action très-remarquable comme fait chimique. Il faut donc ajouter aux autres propriétés par lesquelles on le distingue, celle très-importante omise par M. Balard, sa saveur excessivement sucrée. On voit ici l'inconvénient d'une semblable omission.

Il resulte de ces différentes observations que l'éther hydro-bromique que j'ai obtenu est un éther nouveau bien caractérisé, qui est à l'hydro-carbure de brôme ce qu'est l'éther hydriodique à l'hydriodure de carbone.

Solidification de l'Hydro-carbure de brôme.

Une autre propriété également bien remarquable de l'hydro-carbure de brôme, qui n'a pas non plus été signalée, est celle qu'il a de rester solide à une température de 5 à 6 degrés au-dessus de zéro; il est alors dur et se brise comme du camphre.

Ether hydro-bromique.

J'ai obtenu l'éther hydro-bromique en suivant, à quelques modifications près, le même procédé que j'ai indiqué (*Annales de Chimie et de Physique*, t. xxv, p. 323) pour se procurer très-facilement l'éther hydriodique.

On introduit dans une petite cornue tubulée 40 parties d'alcool concentré à 38 degrés, une partie de phosphore (je n'ai pas remarqué que, dans ce cas, un excès de phosphore eût des inconvéniens); puis, par la tubulure, on verse, à petites portions, 7 à 8 parties de brôme. Chaque fois que le brôme vient au contact du phosphore placé sous l'alcool, il se combine rapidement avec production de chaleur; de là, de l'acide hydro-bromique et de l'acide phosphoreux. On distille à une douce cha-

leur, en recevant le produit dans un petit ballon bien refroidi. La liqueur distillée étant étendue d'eau, à l'instant l'éther hydro-bromique s'en sépare et va occuper le fond. Si un peu d'acide était passé, on ajouterait à l'eau de lavage une petite quantité de potasse.

Par ce moyen, on est dispensé de préparer séparément l'acide hydro-bromique, conséquemment le bromure de phosphore qui sert à l'obtenir. La préparation du bromure de phosphore exigeant quelques précautions, telle que celle d'opérer l'union du brôme et du phosphore dans une atmosphère d'acide carbonique, pour éviter l'action violente à laquelle elle donne lieu quand on l'effectue au contact de l'air.

L'éther hydro-bromique est incolore et transparent après un long repos; plus pesant que l'eau; d'une odeur forte et éthérée; d'une saveur piquante : il est très-volatil; il est soluble dans l'alcool d'où il est précipité par l'eau. Il ne change pas de couleur, comme le fait l'éther hydriodique dans sa conservation sous l'eau.

Cyanure de Brôme.

C'est encore par un procédé semblable à celui que j'ai employé pour la préparation du cyanure d'iode (1) que l'on obtient le cyanure de brôme.

On place au fond d'une petite cornue tubulée, ou bien

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXVII, p. 184. Pour obtenir le cyanure d'iode d'une manière aussi curieuse que commode, on place sur un large carreau de verre une vaste cloche de même matière; d'un autre côté, le mélange, dans les proportions indiquées de cyanure de mercure et d'iode, est chauffé dans une petite capsule de porcelaine jusqu'au moment où, la masse étant assez chaude, on voit le cyanure se former; alors on transporte promptement la capsule sous la cloche, on abandonne l'opération à elle-même, et la production du cyanure d'iode se continue pendant quinze à vingt minutes, offrant le spectacle d'une multitude de flocons de neige des plus légers et d'une blancheur éclatante.

dans un tube de verre un peu long, 2 parties de cyanure de mercure desséché, pour qu'il y en ait un excès ; on tient le tube plongé dans l'eau froide ou dans un mélange frigorifique (cette dernière condition sera probablement indispensable en été) ; on verse ensuite dessus une partie de brôme : l'action est très-vive ; il se développe beaucoup de chaleur, au point que, sans le refroidissement, la température s'élèverait assez pour empêcher une grande partie du brôme d'arriver au contact du cyanure de mercure : il y a formation de bromure de mercure et de cyanure de brôme ; ce dernier vient de suite cristalliser sous forme de longues aiguilles dans la partie supérieure du tube, au milieu d'un peu de vapeur de brôme qui disparaît successivement, en la faisant retomber par condensation sur le cyanure de mercure. Alors on adapte à l'orifice du tube un petit récipient, un flacon bien refroidi, dans lequel, à l'aide d'une très-légère chaleur, on fait passer le cyanure de brôme que l'on trouve cristallisé, tantôt en petits cubes très-réguliers, incolores et transparens, tantôt en longues aiguilles très-déliées. Le récipient doit être soigneusement refroidi.

Le cyanure de brôme a une telle ressemblance avec le cyanure d'iode par ses propriétés physiques, qu'on les confondrait aisément l'un avec l'autre, surtout quand le premier est sous forme d'aiguilles ; comme l'autre, il a une odeur très-piquante et tout-à-fait semblable, mais bien plus pénétrante ; il est très-volatil, et beaucoup plus encore que le cyanure d'iode : il se gazéifie entièrement vers le 15e degré au-dessus de zéro, et il cristallise tout-à-coup par le refroidissement.

La solubilité du cyanure de brôme dans l'eau et dans l'alcool est également plus grande que celle du cyanure d'iode dans ces deux liquides.

La potasse caustique en solution le transforme en hydro-cyanate et en hydro-bromate de potasse. Cette dissolution donne par le nitrate d'argent un précipité de cyanure et de bromure d'argent faciles à séparer l'un de l'autre, ce dernier étant soluble dans l'ammoniaque et l'autre ne l'étant pas ; ce sera probablement un

moyen de constater les proportions de ses principes constituans.

Les différentes réactions auxquelles j'ai soumis le cyanure de brôme ont toujours laissé voir le brôme avec tous ses caractères, même dans les circonstances les plus propres à déterminer la séparation de ses élémens s'il n'était pas un corps simple.

Le cyanure de brôme est excessivement délétère, à en juger par les effets qu'il produit sur les animaux. Un grain dissous dans un peu d'eau, et introduit, à l'aide d'un entonnoir, dans l'œsophage d'un lapin, l'a frappé de mort à l'instant, aussi promptement au moins que l'aurait fait l'acide hydro-cyanique. C'est encore une propriété qui lui est commune avec le cyanure d'iode.

L'examen des propriétés du cyanure de brôme n'est pas sans difficulté ni sans danger, en raison de sa grande volatilité et de son action délétère. Aussi, indépendamment du manque de brôme qui m'a arrêté, le malaise presque continuel que j'ai éprouvé pendant mes recherches m'aurait probablement forcé de les suspendre, bien que j'eusse eu les matériaux nécessaires pour poursuivre.

Ce double motif m'excusera suffisamment aux yeux de l'Académie, si les détails que j'ai l'honneur de lui présenter ne sont pas aussi complets qu'ils devraient l'être ; mais je me propose d'y revenir dès que j'aurai du brôme à ma disposition.

NOTE *sur les Pouzzolanes artificielles.*

PAR M. VICAT.

L'INGÉNIEUR des Ponts-et-chaussées, Raucourt de Charleville, à qui je fis part (quelques jours avant son départ pour la Russie) du résultat de mes expériences sur les propriétés ferrumentaires qu'acquièrent les argiles légèrement calcinées à l'état pulvérulent, s'est em-

pressé de répéter ces expériences à Saint-Pétersbourg ; mais il a pensé que le faible degré de cuisson que reçoit la matière n'était pas la seule cause du phénomène ; le contact de l'air lui a paru devoir exercer une notable influence, et ce soupçon s'est changé en certitude à la suite d'expériences directes qui l'ont conduit à examiner aussi les effets du contact de l'air sur la cuisson des chaux hydrauliques artificielles (*voy.* pag. 130 et 131 de son *Traité des mortiers*). La conclusion qu'il a déduite de cet ensemble d'observations est (pag. 136 du même traité) *qu'il y a absorption d'oxigène.* Il s'explique encore très-clairement à cet égard dans la note placée au bas de la page 161 ; mais cette opinion (que vient appuyer encore l'autorité de M. le général du génie Treussart) m'a semblée tout-à-fait conjecturale ; car une absorption d'oxigène n'est évidemment pas la conséquence nécessaire de l'influence favorable du contact de l'air pour la transformation des argiles en bonnes pouzzolanes.

Pour éclaircir les doutes, je me suis procuré une argile plastique blanche (de Loupiac, département du Lot) tenant, sur 100 parties, silice 61,00 ; alumine 31,00 ; oxide de fer, traces impondérables ; eau, 8,00. Cette argile, pulvérisée et passée au tamis de soie, ayant été placée par portions égales dans trois creusets de Hesse, à couvercles rentrans (et les joints exactement fermés avec du lut de sable et d'argile réfractaire), a subi en cet état environ $\frac{1}{2}$ heure de bonne incandescence, au centre d'un petit fourneau à dôme. Les poussières refroidies et toujours en vases clos, et pesées ensuite, ont donné sur 100 parties, savoir :

Par une 1re expér. 88.71
Par une 2e...... 88.32 } dont la moyenne est de 88.543.
Par une 3e...... 88.60

Une autre portion de la même argile, également en poudre tamisée, ayant été calcinée au rouge ordinaire et pendant 5′ sur une plaque métallique, a donné sur cent parties :

Par une 1re expér. 89,85 } dont la moyenne est de 89.825.
Par une 2e...... 89.80

Une seconde portion, calcinée de la même manière, mais pendant 15′, a donné sur cent parties :

Par une 1re expér.	88.50	dont la moyenne est de 88.575.
Par une 2e......	88.65	

Une troisième portion, calcinée comme ci-devant, mais pendant 30′, a donné,

Par une 1re expér.	88.45	dont la moyenne est de 88.500.
Par une 2e......	88.55	

Les très-petites différences que l'on remarque entre le poids des argiles calcinées à vase clos, et celui des argiles calcinées au contact de l'air, établissent incontestablement qu'il n'y a aucune espèce d'absorption. Ces différences s'expliquent par l'inégalité de la durée de la calcination et de l'intensité du feu, et par les petites pertes inséparables des opérations.

Toujours est-il qne l'argile cuite en vase clos n'a point, comme pouzzolane, la même énergie que lorsqu'elle est cuite de l'autre manière : les ciments hydrauliques fabriqués avec de la chaux très-grasse, et l'argile susdite prise dans les deux états de calcination, se sont comportés ainsi qu'il suit :

	Temps de la prise.	Dépressions produites par le choc d'une pointe, après six mois d'immersion.
Ciment à argile cuite en vase clos.	7j.00	4mill.00.
Ciment à argile cuite au contact de l'air..................	2.50	3 00.

L'argile cuite à l'air, mise en digestion dans l'acide muriatique pendant 5 jours, a abandonné, sur 100 parties, 12,40 d'alumine. L'argile cuite en vase clos, traitée de la même manière, n'a perdu que 5,48.

La même argile à l'état naturel perd, dans les mêmes circonstances, 2,85.

Ainsi se confirme ce que j'ai exposé dans le Mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à l'Institut, le 1er février 1819, savoir, que les qualités hydrauliques ou ferrumentaires des pouzzolanes naturelles ou artificielles, se

mesurent par le degré d'action des agens chimiques sur ces mêmes substances. Il résulte d'une foule d'autres expériences, que mon intention n'est point de comprendre dans cette note, que la calcination modérée des argiles préalablement réduites en poudre, les dispose toutes à perdre dans l'acide muriatique, au moins la moitié de l'alumine qu'elles contiennent, tandis qu'à l'état naturel ces mêmes argiles en abandonnent à peine un cinquième.

Sur *le Nombre des Oxides de plomb ; Détermination du poids de l'atome de plomb.*

Par M. Longchamp.

Tous les chimistes admettent trois oxides de plomb, et M. Berzelius, guidé par la loi qui régit l'union atomique des corps, en reconnaît un quatrième, que M. Dulong soupçonne être le produit de la calcination de l'oxalate de plomb.

Chacun a sa manière d'envisager les lois auxquelles paraît soumise la combinaison chimique des corps; la mienne n'est pas celle de tout le monde, mais j'arrive lentement et péniblement aux résultats qui me sont indiqués par mes prévisions, car il est difficile de faire de la chimie sans laboratoire et seulement au coin de son feu; en sorte que ce n'est qu'avec le temps que je pourrai justifier une grande loi chimique que je crois avoir découverte, et qui soumet à un même type les combinaisons d'un agent positif quelconque avec un agent négatif quelconque. Le nombre des oxides de plomb reçus ne cadrant pas avec ma manière de voir, j'ai dû vérifier leur existence, et comme ce travail rentrait parfaitement dans la nature de ceux qu'il m'est permis de faire, j'ai bientot reconnu la justesse de mes idées.

J'ai pris 10 grammes de minium préalablement porphyrisé et chauffé, je les ai mis dans un matras avec leur poids d'acide nitrique concentré que j'avais étendu

de quatre fois son volume d'eau, et j'ai fait chauffer à 70 ou 80 degrés centigrades pendant une demi-heure. Après le refroidissement, j'ai décanté la liqueur, qui a été remplacée par la même quantité d'acide que précédemment et également étendu d'eau ; on a fait chauffer comme la première fois, puis on a enlevé avec une pipette la liqueur qui était fortement acide. Malgré cela on a mis une troisième dose d'acide, afin d'être bien assuré qu'il ne restait plus rien à dissoudre. L'oxide puce obtenu a été parfaitement lavé et desséché pendant trois heures sur un bain-marie chauffé à 100 degrés. Le poids de l'oxide obtenu était de 1g,615. Dans une seconde opération, on a obtenu 1g,625 d'oxide.

Quoique dans les trois traitemens successifs la chaleur de l'acide n'ait jamais dépassé 80 degrés centigrades, et que l'on sache très-bien que l'oxide puce n'est point décomposé par l'acide nitrique, cependant le poids de l'oxide étant moindre que celui que j'aurais dû obtenir en partant de l'opinion admise sur la manière dont l'acide nitrique agit sur le minium, j'ai traité à froid 10 grammes de ce corps par la même quantité d'acide que j'avais employée dans le traitement à chaud ; mais dans ces nouvelles expériences l'acide n'a été étendu que de deux fois son poids d'eau. Au bout de vingt-quatre heures il s'était formé du nitrate de plomb cristallisé en abondance ; j'ai décanté le liquide surnageant, et ensuite j'ai versé sur la matière qui était restée dans le verre de l'eau distillée bouillante. Lorsque le liquide a été parfaitement clair, je l'ai enlevé avec une pipette, et je l'ai remplacé par une quantité d'acide étendu égale à la précédente. Après vingt-quatre heures j'ai décanté un liquide fortement acide ; cependant j'ai remis de nouvel acide étendu qui est encore resté en contact pendant le même temps que précédemment, puis l'oxide puce obtenu a été bien lavé avec de l'eau distillée, et après ces lavages on l'a fait dessécher pendant trois heures sur un bain-marie chauffé à 100 degrés. Le poids de l'oxide était de 1g,66. Dans une seconde opération j'ai obtenu 1g,65.

On voit qu'il y a une différence sensible pour la quantité du produit entre le résultat du traitement du mi-

nium par l'acide nitrique chauffé et par celui employé à froid ; mais je suis porté à croire que l'oxide puce obtenu par le premier moyen est plus pur que celui qui résulte du dernier mode, et dans tous les cas la différence qui existe entre les deux résultats influe très-peu sur la conclusion à laquelle je veux arriver.

M. Berzelius a fait un grand nombre de travaux pour parvenir à déterminer les proportions dans lesquelles l'oxigène et le plomb se combinent. Ses résultats, admis par tous les chimistes, sont ceux-ci :

	Plomb.	Oxigène.
$\ddot{P}b$	92,829	7,171.
$\dddot{P}b$	89,620	10,380.
$\ddddot{P}b$	86,620	13,380.

Le rapport de l'oxigène entre ces trois oxides est comme les nombres 1, $1\frac{1}{2}$, 2 ; c'est pour faire disparaître le nombre $1\frac{1}{2}$ que le savant suédois a admis un premier oxide *PbO*, que l'on obtient, suivant lui, en exposant le plomb à une température peu élevée. Alors le rapport de l'oxigène entre les quatre oxides est comme les nombres 1, 2, 3, 4, ce qui est conforme aux résultats de la loi atomique.

Quatre oxides de plomb ne convenant pas à ma manière de voir, il était facile de vérifier si le minium était bien véritablement un oxide particulier, ou seulement une combinaison d'un oxide inférieur et d'un oxide supérieur, et c'est une question qui est aujourd'hui tranchée par le résultat du traitement du minium par l'acide nitrique que j'ai rapporté plus haut.

Si en effet le minium eût été un oxide particulier, et que les choses se fussent passées comme on prétend qu'elles se passent lorsqu'on traite ce corps par l'acide nitrique, savoir, qu'une portion du minium, étant ramenée à un moindre degré d'oxigénation, se dépouille de son oxigène en faveur d'une autre portion qui est portée à l'état d'oxide puce, en traitant 200 parties de minium par l'acide nitrique, j'aurais obtenu 100 parties de litharge contenant 7,171 p. d'oxigène, qui se seraient dissoutes

dans l'acide, et 100 parties d'oxide puce contenant 13,38 p. d'oxigène; car 200 de minium contiennent 20,76 d'oxigène : or 7,171 + 13,38 = 20,551.

D'après notre résultat, 600 parties de minium produisent seulement 100 parties d'oxide puce, au lieu de 300 parties que l'on devrait obtenir; le minium n'est donc pas un oxide particulier, mais bien une combinaison d'un atome d'oxide puce et de cinq atomes de litharge (1); par conséquent le premier oxide de M. Berzelius, que l'on avait cru retrouver dans le résultat de la calcination de l'oxalate de plomb, disparaît aussi, et il ne reste plus que deux oxides qui sont ainsi composés :

	Plomb.	Oxigène.
PbO (litharge)...	92,989	7,171.
$\ddot{P}b$ (oxide puce)...	86,620	13,380 (2).

Le poids de l'atome de plomb déterminé par M. Berzelius sur l'admission d'un oxide imaginaire, et qui avait été fixé par lui à 2589, n'est seulement que de 1394,5.

Je dois dire que la combinaison d'un atome d'oxide puce et de cinq atomes de litharge ne cadre pas plus avec mes idées que l'existence de quatre oxides de plomb; mais il faut toujours constater les faits sans nous embarrasser s'ils s'arrangent avec les hypothèses que nous avons adoptées, d'autant plus que, pour la plupart, ces

---

(1) Le minium étant une combinaison de cinq atomes de litharge et d'un atome d'oxide puce, on devrait obtenir 17,58 p. d'oxide puce du traitement de 100 p. de minium, au lieu de 16,20 p. que j'ai obtenues; mais la légère différence que nous présentent ici la théorie et le résultat de l'expérience, tient à ce qu'il se forme des grumeaux pendant la calcination de la litharge que l'on convertit en minium, et par conséquent il y a une petite portion de cette litharge qui est soustraite à l'action de l'air, ce qui diminue, dans le rapport voulu, la quantité d'oxide puce formé.

(2) M. L. paraît ignorer que le minium est un mélange très-variable de litharge et de deutoxide à 1 $\frac{1}{2}$ d'oxigène. Il trouvera d'autres résultats avec un minium mieux préparé. *R.*

faits ne nous font connaître que des vérités provisoires que le temps classera à leur tour, et nécessairement elles nous amèneront un jour à quelque chose de plus positif, et, par là, ce qui nous semble aujourd'hui le plus contraire à nos hypothèses peut nous mettre plus tard sur la voie de ce qui doit les confirmer. En attendant, restons dans un doute philosophique, et soyons surtout bien persuadés que la nature n'a pas fait une loi pour chaque métal ou tout autre corps réputé élémentaire, une loi pour chaque genre de sels, etc., etc., et que, toujours simple dans ses moyens, puissante par la variété de ses résultats, trois ou quatre corps élémentaires, et peut-être un moindre nombre de lois qui en ordonnent les combinaisons, lui ont suffi pour former tout ce que nous trouvons sur ce globe et tout ce que les travaux des hommes peuvent produire.

NOTE *sur la Présence de l'Ammoniaque dans les oxides de fer naturels.*

PAR Mr A. CHEVALLIER.

(Lu à l'Académie royale de Médecine en juillet 1826.)

M. AUSTIN ayant annoncé, dans le 78e vol. des *Transactions philosophiques*, qu'il y avait formation d'ammoniaque lors de l'oxidation du fer par le contact de l'eau et de l'air atmosphérique, et plus récemment d'autres chimistes ayant reconnu que de l'oxide de fer (de la rouille), détaché de ferrémens de lieux habités, contenait de l'ammoniaque, dont ils ont attribué la formation aux *émanations animales qui s'exhalent des animaux* et qui se répandent dans l'atmosphère, j'ai entrepris quelques expériences dont je vais faire connaître le résultat.

Après avoir pris toutes les précautions convenables

pour exclure la présence de l'ammoniaque, j'ai fait chauffer dans un creuset fermé 2 onces de tournures de fer bien nettes, et, après leur refroidissement, je les ai introduites avec une once d'eau dans un flacon dont j'ai fait plonger l'ouverture dans le mercure. Au bout de dix heures, du papier de tournesol rougi, qui avait été introduit dans le flacon, était entièrement ramené au bleu, et, quatre jours après, l'eau saturée par l'acide muriatique a donné une quantité de muriate d'ammoniaque bien sensible.

Cette expérience, répétée plusieurs fois, m'a donné constamment le même résultat : elle prouve, par conséquent, que, ainsi que l'avait avancé Austin, *il y a formation d'ammoniaque, lorsque le fer pur s'oxide par le contact de l'eau et de l'air.*

Ce résultat obtenu, je crus pouvoir en conclure que lors de la formation des oxides de fer naturels il pouvait y avoir eu formation d'ammoniaque, et que l'on pourrait peut-être en reconnaître la présence dans ces oxides et dans les eaux minérales ferrugineuses. Je me procurai en conséquence plusieurs échantillons de fer oxidé, et je recherchai dans chacun d'eux cet alcali. Les échantillons sur lesquels j'ai opéré sont; *le fer oligiste lamelliforme* (*fer micacé de l'île d'Elbe*), *le fer oligiste compacte de Framont*, *le fer oligiste hématite rouge d'Espagne*, *le fer oxidulé de Dannemora*, *le fer oxidé schistoïde de Bohême*, *le fer silicéo-calcaire* (*iénite de l'île d'Elbe*), six échantillons de *fer oxidé terreux* (oxides de fer destinés à la fabrication de l'ocre), du fer oxidé trouvé dans les débris d'un incendie. Tous ces oxides, chauffés dans un petit tube de verre, ont donné de l'ammoniaque; mais, sur l'observation qui m'a été faite par M. Lassaigne, que cet alcali pouvait être le résultat de la décomposition d'une matière animale, j'ai opéré d'une autre manière. J'ai réduit les oxides en poudre très-fine, et je les ai lavés avec de l'eau bouillante. Les réactifs ont constamment indiqué l'ammoniaque dans cette eau, mais je n'ai pas cherché à en évaluer la quantité. Elle paraît cependant considérable; car, avec celle fournie par 150 grammes d'hé-

matite rouge d'Espagne, j'ai obtenu 2 grammes d'hydrochlorate d'ammoniaque.

J'ai aussi reconnu la présence de l'ammoniaque dans l'eau ferrugineuse de Passy, après l'avoir évaporée.

MÉTHODE *de faire la chaux sans fours.*

LES chaufourniers, dans le pays de Galles, étaient dernièrement dans l'habitude de faire leur chaux dans de grands fours peu profonds ; mais, dans quelques localités, ils ont entièrement renoncé à ce procédé. Ils disposent la pierre calcaire en grandes masses, sans la briser en morceaux aussi petits que dans le procédé ordinaire, et la calcinent de la manière usitée pour carboniser le bois. Pour empêcher la flamme de s'échapper par le haut et les côtés de ces masses, on les enveloppe de terre et de gazon, et on régularise la chaleur de manière que, malgré le plus grand volume des morceaux de pierre calcaire, toute la masse est parfaitement calcinée. La chaux préparée par ce procédé est constamment préférée, à prix égal, à celle préparée par l'ancien. Au reste, il y a long-temps que, dans le Yorkshire, le Shropshire et en Ecosse, cette manière de préparer la chaux est en usage.

(*Journal of Science.*)

TEMPÉRATURES *de quelques Animaux du Nord, prises au port Bowen.*

		Temp. de l'anim.	Tmp. de l'atmosph.
17 Octobre 1824.	Renard arctique.	+ 40°,5 cent.	— 7°,2 cent.
9 Novembre....	*Id.*............	+ 41 ,1	— 13 ,8
4 Janvier 1825.	*Id*............	+ 40 ,0	— 33 ,3
27 Mars........	Ptarmigan.....	+ 38 ,9	— 23 ,8
4 Avril........	*Id.*............	+ 38 ,9	— 26 ,0
6 Avril........	*Id.*............	+ 38 ,9	— 28 ,3
14 Avril........	*Id.*............	+ 38 ,9	— 21 ,1
14 Avril........	*Id.*............	+ 38 ,9	— 21 ,1
16 Avril........	Ours blanc.....	+ 37 ,8	— 11 ,6
16 Avril........	*Id.*............	+ 37 ,2	— 11 ,6
29.............	*Id.*............	+ 37 ,5	— 18 ,3
21 Juin........	Glaucous Gull..	+ 37 ,8	+ 2 ,8

(*Extrait du dernier Voyage du capitaine Parry.*)

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	760,17	+ 7,2	92	758,40	+ 8,9	80	757,53	+ 8,5	80	754,53	+ 8,2	90	+ 8,9	+ 7,0	Couvert.	O. S. O.
2	747,40	+ 6,3	97	747,92	+ 6,3	78	749,20	+ 5,3	81	750,04	+ 0,8	100	+ 6,3	+ 0,8	Quelques nuages.	O. N. O.
3	745,97	+ 1,2	96	744,83	+ 3,7	85	744,33	+ 2,5	84	743,90	— 1,7	98	+ 3,7	— 1,7	Nuageux.	O.
4	746,78	— 5,3	78	747,47	— 3,2	75	749,13	— 1,8	71	751,06	— 6,2	78	— 1,8	— 6,8	Nuageux.	N. N. E. fort.
5	755,71	— 2,7	94	757,57	— 2,5	91	759,51	— 2,5	91	762,57	— 5,2	94	— 2,5	— 5,2	Petites éclaircies.	N.
6	766,43	— 6,0	84	766,95	— 2,8	82	766,82	— 1,5	74	766,60	— 6,0	91	— 1,5	— 6,6	Quelques nuages.	N.
7	764,20	— 5,7	89	764,43	+ 0,1	79	763,32	+ 0,7	84	763,06	+ 0,5	99	+ 0,7	— 7,2	Vapeurs.	S. S. O.
8	761,92	+ 2,4	100	761,10	+ 5,0	100	760,35	+ 7,0	100	759,56	+ 7,8	100	+ 7,8	+ 2,4	Très-couvert.	S. O.
9	758,00	+ 7,5	100	758,30	+ 8,5	80	757,90	+ 7,2	85	758,46	+ 5,5	88	+ 8,5	+ 5,0	Couvert.	O.
10	760,20	+ 3,9	97	758,77	+ 5,8	94	754,60	+ 5,3	99	748,18	+ 9,4	97	+ 9,4	+ 3,5	Couvert.	S. O.
11	748,04	+ 7,0	91	746,40	+ 8,5	88	744,96	+ 7,0	87	746,40	+ 4,1	93	+ 8,5	+ 3,7	Eclaircies.	O.
12	743,12	+ 2,8	94	743,16	+ 1,5	99	743,00	+ 0,8	100	749,96	+ 1,2	98	+ 3,3	+ 0,8	Neige.	O. fort.
13	760,77	— 0,2	98	760,64	+ 3,5	77	759,20	+ 4,0	77	756,32	+ 3,4	99	+ 4,0	— 0,2	Vapeurs épaisses.	S O.
14	754,13	+ 7,5	98	752,62	+ 9,5	91	750,38	+ 9,5	91	752,38	+ 6,3	84	+ 9,5	+ 6,3	Couvert.	O. S. O. fort.
15	761,55	+ 2,4	81	763,10	+ 4,2	76	764,38	+ 4,9	71	766,13	+ 0,8	97	+ 4,9	— 0,0	Quelq. petits nuages.	N. O.
16	764,95	+ 3,3	83	763,53	+ 3,3	98	760,20	+ 6,1	98	758,33	+ 8,2	99	+ 8,0	+ 2,4	Pluie fine.	O. S. O. fort.
17	760,95	+ 4,2	91	762,12	+ 5,0	75	762,54	+ 4,5	76	763,43	+ 3,0	92	+ 5,0	+ 3,0	Couvert.	N. N. E. fort.
18	763,27	+ 0,7	88	763,50	+ 1,8	81	763,43	+ 2,2	55	764,20	— 1,3	88	+ 2,3	— 1,5	Nuageux.	N. E.
19	763,25	— 0,7	84	763,48	— 0,0	70	763,54	— 0,4	69	764 30	— 3,2	90	— 0,0	— 3,2	Quelq. petit. éclairc.	N. E.
20	761,98	— 4,4	90	760.36	— 2,0	80	758,60	— 1,4	90	755,80	— 0,3	91	— 0,3	— 5,5	Eclaircies.	O. N. O.
21	749,60	— 0,2	96	748,35	+ 1,2	88	747,28	— 1,2	88	745,90	— 4,2	96	+ 0,1	— 4,2	Neige.	O.
22	744,12	— 5,8	82	743,57	— 5,3	79	743,90	— 5,6	85	744,75	— 6,5	92	— 5,3	— 6,5	Couvert.	N. N. E.
23	747,32	— 9,4	87	748,14	— 6,0	77	748,45	— 4,4	95	749,00	— 5,2	98	— 4,4	— 11,2	Serein.	O. N. O.
24	751,16	— 4,5	90	751,84	— 2,9	79	752,10	— 0,0	77	752,40	— 5,5	94	— 0,0	— 5,5	Neige.	S.
25	750,02	— 3,9	75	748,60	— 2,0	72	747,84	— 3,0	90	748,02	— 2,5	96	— 2,0	— 4,7	Couvert.	E.
26	749,60	— 2,8	95	750,00	— 0,8	84	750,55	— 0,8	79	752,12	— 2,2	98	— 0,8	— 3,3	Nuages.	N. N. O.
27	754,90	— 1,7	99	756,18	— 0,4	91	757,68	— 2,0	91	761,00	— 5,7	91	— 0,4	— 5,7	Couvert.	N. fort.
28	764,00	— 6,9	90	763,80	— 2,9	75	763,23	— 1,8	77	763,08	— 7,5	98	— 1,8	— 8,8	Vapeurs.	O.
29	761,67	— 10,0	94	760,93	— 6,5	86	758,98	— 6,0	93	757,80	— 8,7	98	— 6,0	— 10,5	Couvert.	S.
30	754,24	— 8,0	96	753,67	— 5,8	88	752,62	— 2,0	87	752,62	— 3,5	98	— 2,0	— 9,4	Couvert, brouillard.	S.
31	752,43	— 1,0	94	752,00	+ 2,2	85	752,16	+ 2,9	85	752,47	+ 0,6	97	+ 2,9	— 2,2	Petites éclaircies.	E. N E.
1	756,68	+ 0,9	93	756,57	+ 3,0	84	756,27	+ 3,1	85	755,80	+ 1,3	93	+ 3,9	— 0,9	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	758,20	+ 2,3	90	757,89	+ 3,5	83	757,02	+ 3,7	81	757,72	+ 2,2	93	+ 4,5	+ 0,6	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 1,610
3	752,64	— 4,9	91	752,46	— 2,6	82	752,25	— 2,2	84	752,65	— 4,6	96	— 1,8	— 6,5	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 1,235
	755,74	— 0,7	91	755,54	+ 1,1	83	755,09	+ 1,4	83	755,30	— 0,5	94	+ 2,1	— 2,4	Moyennes du mois,	— 0,2

Recherches *statistiques sur l'Etat actuel des Usines à fer de la France;*

Par Mr A.-M. Héron de Villefosse.

(Mémoire lu à l'Académie des Sciences, le 12 février 1827.)

Depuis quelques années seulement, la fabrication du fer éprouve, en France, de notables changemens qui depuis long-temps étaient désirés par les amis de l'industrie française. Il a paru important d'assigner les causes de cette heureuse révolution, d'en constater les progrès, d'en apprécier les résultats, et surtout d'indiquer les moyens propres à la rendre aussi complète, aussi utile qu'elle peut le devenir. Tel fut, en 1825, l'objet d'un Mémoire que je fus invité à rédiger sur l'état actuel des usines à fer de la France. Ce Mémoire offre la réunion de tous les renseignemens qui ont été recueillis sur cette intéressante matière par MM. les Ingénieurs au Corps royal des Mines de France; il en expose les conséquences; il fait voir les usines à fer de la France dans leurs nombreux points de contact avec les forêts du royaume, avec les mines de houille, avec les routes, rivières et canaux, avec le commerce, avec les douanes et avec les usines des pays étrangers.

M. le Directeur-général des Ponts et Chaussées et des Mines, sur l'invitation duquel ce Mémoire fut rédigé, en 1826, ayant ordonné qu'il fût imprimé dans les *Annales des Mines*, le travail dont il s'agit sera bientôt présenté à l'Académie royale des Sciences. Il a pour titre : *Mémoire sur l'état actuel des usines à fer de la*

France, considérées au commencement de l'année 1826, *avec un supplément relatif à la fin de cette même année, présentant un aperçu des mines de houille de la France et des usines à fer de la Grande-Bretagne.*

Comme il s'agit d'un art dont les progrès sont dus à l'application simultanée de plusieurs sciences, j'ai espéré que l'Académie me permettrait d'appeler son attention sur un résumé succinct des faits qui sont constatés et développés dans le Mémoire dont il s'agit; c'est ce résumé que j'ai l'honneur de présenter à l'Académie.

Parmi les causes qui ont amené d'heureux changemens dans les usines à fer de la France, il faut placer en première ligne cette noble émulation qu'excitèrent chez nous les succès obtenus par l'industrie de nos voisins, depuis que, dans les forges de la Grande-Bretagne, on a substitué la houille au charbon de bois, et le laminoir au marteau. D'autres causes encore, dont il faut remarquer l'influence favorable, sont l'accroissement de la consommation du fer, accroissement qui, depuis la paix, a été grand et rapide en France, et surtout la protection assurée aux usines à fer du royaume par la loi sur les douanes, du 27 juillet 1822.

Parmi les effets de cette révolution qui s'opère, en France, dans la fabrication du fer, le plus important consiste dans un accroissement très-considérable de la production de ce métal qui procure aux états le soc de la charrue, les armes et tous les outils et instrumens des arts. La France, en 1820, ne produisait que les deux tiers de la quantité de fer en barres qu'elle a produite en l'année 1825. L'accroissement de production

annuelle est d'environ 400.000 quint. mét. L'importation du fer en barres, qui, en l'année 1821, s'était élevée à 138.437 quint. mét., n'a plus été, dans chacune de ces dernières années, qu'environ le tiers de cette quantité.

Un autre effet qui peut surprendre au premier coup-d'œil, mais qui n'est que passager, c'est que l'introduction de l'affinage du fer, par le moyen de la houille, a fait augmenter, dans les usines à fer de la France, la consommation du charbon de bois. De là est résultée une augmentation du prix des bois, et par conséquent du prix des fers. Cet effet provient de ce que, pour fabriquer plus de fer par le moyen de la houille et du laminoir, il a fallu employer plus de fonte, et de ce que c'est encore par le moyen du charbon de bois que la fonte brute est obtenue dans la plupart des usines à fer de la France. Cet effet, contraire au but que l'on s'était proposé, en substituant la houille au charbon de bois, doit bientôt cesser, d'après l'ardeur avec laquelle un grand nombre d'entrepreneurs d'usines à fer s'empressent de construire des hauts-fourneaux pour la fusion du minerai par le moyen de la houille carbonisée, dite *coke*. Jusqu'à présent, ce procédé n'est exécuté, en France, que dans quatre hauts-fourneaux; c'est cependant le moyen le plus désirable, et peut-être le seul moyen d'assurer les bons résultats de cette révolution qu'éprouvent aujourd'hui les usines à fer. Le Mémoire dont j'ai l'honneur d'entretenir l'Académie fait voir, par des tableaux détaillés, ce qu'il nous est permis d'espérer très-prochainement à cet égard.

Aujourd'hui, l'état des choses est tel qu'il suit :

Dans 45 des 86 départemens de la France, il existe 375 hauts-fourneaux en activité pour la production de la fonte de fer par le moyen du charbon de bois, et seulement 4 hauts-fourneaux allant à la houille carbonisée, dite *coke;* en total 379 hauts-fourneaux qui produisent annuellement 1.614.402 quint mét. de fonte de fer. Il y a de plus 40 hauts-fourneaux hors d'activité.

Pour tout l'ensemble de la France, le produit moyen d'un haut-fourneau employant le charbon de bois est de 4.163 quint. mét. de fonte par année, et le produit moyen d'un haut-fourneau employant la houille carbonisée est annuellement de 13.250 quint. mét. Les détails de ces faits sont exposés dans le Mémoire, d'après des renseignemens authentiques.

Les produits qui viennent d'être indiqués sont très-susceptibles d'augmentation. Déjà ils s'accroissent, de jour en jour, dans plusieurs départemens.

A cette quantité de 1.614.402 quint. mét. de fonte brute, qui est produite annuellement en France, on ajoute, par l'importation de fonte étrangère, déduction faite d'une faible exportation, une quantité de 69.706 quint mét. de fonte. Ce fait est constaté par les états officiels des Douanes, d'après les années 1821 à 1824. On y ajoute encore, par l'emploi d'une certaine quantité de vieille fonte qui existe dans les forges, comme un capital circulant, environ 50.000 quint. mét. Ainsi, un total de 1.734.108 quint. mét., telle est la quantité de fonte brute de fer sur laquelle s'est exercée l'industrie française en 1825, tant pour obtenir la fonte moulée, que pour fabriquer le fer forgé.

Sur ce total de fonte brute, on emploie, pour la fa-

brication d'ouvrages en fonte moulée, tant auprès des hauts-fourneaux que dans les ateliers de seconde fusion qui appartiennent, soit au Gouvernement, soit à des particuliers, une quantité de 283.098 quint. mét. de fonte. Il reste donc 1.451.010 quint. mét. de fonte brute, que l'on emploie annuellement en France pour fabriquer du fer affiné, soit au charbon de bois, soit à la houille.

L'affinage du fer au charbon de bois s'exécute dans 1125 feux d'affinerie situés dans les forges anciennes, à proximité des hauts-fourneaux. L'affinage du fer à la houille s'exécute dans trente et un établissemens, dits *forges à l'anglaise*. Tous ces établissemens ont été formés en France depuis l'année 1818, et principalement depuis la publication de la loi sur les douanes de 1822. Vingt-trois départemens possèdent de tels ateliers dans lesquels on fabrique le fer forgé par le moyen de la houille et du laminoir. Leur ensemble présente 172 fours d'affinage en activité.

Outre cela, douze des départemens méridionaux de la France présentent 96 feux d'affinerie, que l'on nomme *feux de forge catalane*. Dans ces ateliers, on obtient le fer directement du minerai, sans produire préalablement de la fonte.

En l'année 1825, la fabrication constatée du fer en France s'est élevée aux quantités que voici :

Fer obtenu de la fonte dans les affineries allant au charbon de bois..................	569.540 q^x. mét.
Fer obtenu de la fonte dans les affineries allant à la houille.........	442.000
Fer provenant des forges catalanes, au charbon de bois...............	93.470
Total.......	1.105.010 q^x. mét.

Report, 1.105.010 qx. mét.

A cette quantité, il a été ajouté, par l'importation du fer en barres, déduction faite d'une faible exportation........................ 51.840

C'est ce qu'indiquent les états des douanes pour l'année 1824.

Ainsi, le total de consommation du fer en grosses barres est, pour toute la France, de.............. 1.156.850 qx. mét.

Pour apprécier toute l'importance de la fabrication du fer en France, il convient de jeter un coup-d'œil sur le nombre d'ouvriers auquel l'industrie des usines à fer procure le travail et le salaire, soit dans l'enceinte même de ces usines, soit dans les mines et minières, dans les forêts, sur les routes et sur les fleuves, rivières ou canaux. Ce nombre total est de 69.617 ouvriers pour les hauts-fourneaux et les forges proprement dites, d'où provient le fer en grosses barres, sans compter les nombreux ateliers d'industrie manufacturière dans lesquels on élabore ultérieurement la fonte et le fer pour obtenir, soit des ouvrages en fonte moulée, soit du fer martiné, de la tôle, du fer-blanc, du fil de fer, de l'acier et des outils.

Cinq espèces de produits sont obtenues dans les grandes usines à fer que nous considérons. Ces produits distincts sont :

Le fer au charbon de bois, provenant de fonte au charbon de bois ;

La fonte de fer au charbon de bois ;

La fonte de fer à la houille carbonisée, dite *coke ;*

Le fer à la houille, obtenu de la fonte ;

Le fer au charbon de bois, obtenu des minerais, sans fonte, dans les forges catalanes.

Si l'on calcule la valeur totale de ces divers produits, d'après la quantité et le prix de chacun d'eux, on trouve qu'un capital de 73 millions de francs est annuellement créé par l'activité des usines à fer, dites communément *grosses forges*, et cela seulement pour la fabrication de la fonte et du fer en grosses barres, sans parler de l'industrie manufacturière qui s'applique ensuite à ces objets, pour en augmenter la valeur. Cette industrie manufacturière, dont les résultats n'entrent pas dans le calcul précédent, comprend, en France, un grand nombre d'ateliers, soit de martinet, soit de fonderie, plus de soixante ateliers de seconde fusion pour la fabrication des ouvrages en fonte moulée, enfin un grand nombre de manufactures de tôle, de fer-blanc, de fil de fer, d'instrumens aratoires, d'outils et de quincaillerie. C'est dans les grosses forges seulement, et sans parler de tous ces ateliers d'industrie manufacturière, qu'un capital de 73 millions de francs est annuellement créé sur le sol français.

Comme, dans ces mêmes grosses forges, le nombre des ouvriers employés est à-peu-près de 70.000 hommes, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, on voit que, pour chaque million de la valeur du produit brut des mines et usines à fer de la France, le travail et le salaire sont assurés à 1000 hommes; en d'autres termes, le travail de chaque homme, dans ce genre d'industrie, procure à-peu-près 1000 francs de produit brut, somme égale à ce que coûte un soldat par année. Ce résultat général est d'accord avec ceux qui sont exposés, relativement à de célèbres établissemens de mines et usines, dans l'ouvrage intitulé : *De la Richesse minérale*.

Le capital sus-mentionné de 73 millions de francs se distribue entre les diverses parties prenantes qui concourent à l'activité des usines à fer, selon des proportions qu'établit le Mémoire dont il s'agit, d'après les divers élémens qui contribuent à créer ce capital. Ainsi, par exemple :

Pour achat de minerais, la somme distribuée parmi les propriétaires du sol, des mines et minières, et leurs ouvriers est de.......................... 8.016.426 fr.

C'est environ 0.109 du capital.

Pour achat de bois, la somme distribuée parmi les propriétaires de forêts est de.......................... 28.365.754

0,386 du capital.

Pour achat de houille, la somme distribuée parmi les propriétaires et ouvriers des mines de houille, et voituriers est de.......................... 3.610.560

0,049 du capital.

Pour transport des minerais et fondans, la somme distribuée parmi les voituriers, tant par terre que par eau, est de.......................... 3.452.760

0,047 du capital.

Pour transport du charbon de bois, la somme distribuée parmi les voituturiers est de.......................... 3.505.776

0,047 du capital.

Pour salaires d'ouvriers dans les usines, devant les hauts-fourneaux et les

feux d'affinerie, la somme distribuée est de........................... 3.862.628

0,052 du capital.

Pour abattage et charbonnage des bois, pour frais de régie et de bureaux, pour entretien des usines, pour chacun de ces objets, la somme distribuée, soit parmi les bucherons et charbonniers, soit parmi les employés, écrivains et agens de commerce, soit parmi les maçons, charpentiers et autres ouvriers, est à-peu-près de..... 1.800.000

0,025 du capital.

Pour intérêt de la valeur de la propriété foncière, la somme distribuée parmi les propriétaires d'usines à fer est de........................... 3.307.392

0,045 du capital.

Pour intérêt des fonds de roulement des usines, la somme distribuée parmi les capitalistes, soit maîtres de forge, soit autres, est de................. 4.258.695

0,058 du capital.

Pour bénéfice de l'industrie, la somme distribuée parmi les maîtres de forge, soit propriétaires, soit fermiers, est de........................... 9.623.963

0,131 du capital.

Voilà comment, d'après les calculs développés dans le Mémoire dont il s'agit, un capital de 73 millions de

francs, annuellement créé par l'activité des usines à fer de la France, se distribue entre les propriétaires, les capitalistes, les ouvriers, les maîtres de forge et autres, si l'on considère, comme une seule et même industrie, comme une seule usine pour ainsi dire, l'ensemble des cinq espèces de produits distincts dont nous avons déjà fait mention; mais, pour arriver à ce résultat général, il a fallu considérer séparément, et d'une manière analogue, chacun des cinq produits sus-énoncés, chacune des cinq industries spéciales, d'après les élémens dont elle se compose. C'est ce que le Mémoire développe au moyen d'exemples, ou devis détaillés, qui font voir de quels élémens se compose, en France, le prix de fabrication du fer au charbon de bois, de la fonte au charbon de bois, de la fonte au *coke*, du fer à la houille, et du fer obtenu dans les forges catalanes. Je craindrais d'abuser des momens de l'Académie, si je présentais ici de plus longs détails à cet égard.

On sait que, dans les usines à fer, l'une des principales dépenses consiste dans la consommation du combustible; mais les nombreux consommateurs de fer, qui se plaignent du renchérissement de ce métal en France, et qui en accusent les maîtres de forge, ne savent pas toujours exactement quelle influence le haut prix du bois exerce sur le haut prix des fers. Cet objet intéressant méritait d'être soumis à des calculs dont voici les principales données et les résultats :

Dans l'ensemble des usines de la France, pour extraire, des minerais de fer, une partie de fonte brute, il faut communément une partie et demie de charbon de

bois, d'après un terme moyen. Pour obtenir, de la fonte, une partie de fer, il faut une partie et demie de fonte, et une partie trois quarts de charbon de bois. Ainsi, pour obtenir une partie de fer parvenu, pour la première fois, à l'état de pureté qui lui donne le nom propre de métal, il faut, à compter du minerai de fer, quatre parties de charbon de bois.

Cela posé, les quantités sus-mentionnées de fonte et de fer, que l'on obtient annuellement, en France, par le moyen du charbon de bois, exigent, sans aucun double emploi, une consommation annuelle de 3.689.310 quint mét. de charbon de bois.

L'expérience d'un grand nombre de forges nous apprend qu'une corde de bois de 80 pieds-cubes, ou de 2 stères $\frac{3}{4}$, suivant la mesure usitée dans les forges françaises, procure un quintal métrique et demi de charbon de bois mêlé. Ainsi, pour obtenir le total de charbon de bois qui est nécessaire au service des hauts-fourneaux et forges de la France, il faut employer annuellement 2.462.207 cordes de bois, chacune de 2 stères $\frac{3}{4}$, équivalant à 80 pieds-cubes.

D'un autre côté, l'étendue totale des forêts de la France est de 6.521.470 hectares. Ce total, après déduction faite d'un quinzième qui consiste en futaie, et du quart des bois des communes et établissemens publics qui est mis en réserve, se réduit à 5.610.833 hectares de bois susceptible d'être coupé à vingt ans, d'après un terme moyen, ce qui donne à couper, par année, 280.541 hectares. D'après le témoignage de plusieurs statisticiens, on peut admettre que le produit

annuel des coupes de bois s'élève, en France, à 9.804.928 cordes, chacune de 2 stères $\frac{3}{4}$.

Ainsi, l'on est porté à estimer que l'activité des usines à fer, considérées seulement quant à la production de la fonte brute et du fer forgé en grosses barres, obtenus par le moyen du charbon de bois, absorbe annuellement le quart du produit des coupes de bois de toute la France. Cette activité procure par conséquent à l'ensemble des propriétaires de bois le quart du revenu net qui provient de ce genre de propriété. Or, d'après des renseignemens dignes de foi, le revenu net des forêts du royaume peut être évalué à 84.163.646 fr., tant pour l'Etat que pour les autres propriétaires de forêts. Il en résulte que l'activité des usines à fer, considérées comme il a été dit, procure annuellement à l'ensemble de ces propriétaires de forêts un revenu net, qui est le quart de cette somme, c'est-à-dire 21.040.911 fr.

Si l'on compare ce revenu net avec celui que procurent les usines à fer allant au bois, y compris le bénéfice de cette industrie spéciale, on trouve que le revenu net des propriétaires de forêts, en ce qui concerne les bois fournis aux forges, excède le revenu net des maîtres de forge, d'environ 11 millions. Ainsi, les propriétaires de forêts, sans avoir besoin, comme les propriétaires d'usines, ni d'exercer une industrie toute spéciale, ni d'employer de grands capitaux, et sans courir par conséquent les mêmes risques, obtiennent cependant, de l'activité de ces établissemens consommateurs de bois, plus de deux fois autant de revenu, que les propriétaires d'usines à fer. Il faut en conclure que

c'est principalement aux propriétaires de bois que profite le renchérissement du fer. Ce que l'on nomme, en France, *la question du prix des fers* est à proprement parler *la question du prix des bois, et la question des moyens de communication intérieure par les routes, fleuves, rivières et canaux.*

Le prix des fers, il faut en convenir, s'est considérablement élevé, en France, depuis quelques années; mais c'est parce qu'il a suivi la hausse énorme du prix des bois. Le Mémoire dont il s'agit établit, par un grand nombre d'exemples, une comparaison entre le prix du fer en grosses barres dans les différentes forges de la France, et le prix du même métal parvenu au même état dans les forges de la Belgique, de l'Allemagne, de la Suède, de la Russie et de l'Angleterre. On y voit qu'au mois de janvier 1826, le prix du quintal métrique de fer, dans les forges françaises, était au *minimum* de 54 fr., plus communément de 65 fr., et qu'il s'y élevait même jusqu'à 76 fr., tandis que, dans les forges étrangères, le prix du quintal métrique de fer était, pour la Belgique et l'Allemagne, 45 à 37 fr.; pour la Suède et la Russie, à Stockholm et à Pétersbourg, 32 à 33 fr., et pour l'Angleterre, dans le port de Cardiff, seulement 24 fr. 75 c.

A côté de ces prix des fers étrangers, il ne serait pas possible que la concurrence fût soutenue par les produits français, si la loi sur les douanes de 1822 n'avait établi des droits protecteurs de notre industrie; car, dans les pays étrangers, le fer, à raison de circonstances plus favorables, est produit à meilleur marché qu'il ne peut l'être en France. C'est par les frais de transport,

et principalement par les droits d'entrée, que les forges françaises sont défendues contre l'invasion des fers étrangers. A cet égard, le Mémoire dont il s'agit présente un grand nombre d'exemples très-détaillés; ils font voir que les droits d'entrée, qui sont établis sur les fers étrangers par la loi de 1822, ont permis et favorisé le développement de l'industrie dans les forges françaises; ces droits d'entrée, ainsi que le prouve le calcul, ne font que rétablir l'équilibre entre les forges étrangères et les forges de la France; ils le rétablissent exactement.

Cependant on ne peut regarder le prix élevé des fers de France comme un mal nécessaire qui doive rester sans remède. Pour que le prix des fers diminue, il importe surtout que la fonte éprouve une grande diminution de prix. Ce dernier effet, vu le renchérissement excessif des bois, ne peut s'opérer sûrement, en France, qu'au moyen d'une production très-abondante de fonte obtenue par l'emploi de la houille carbonisée, dite *coke*. Il importe donc que le Gouvernement favorise spécialement les établissemens de ce genre, en facilitant le transport des masses énormes de diverses matières qu'exige leur activité. C'est de là, et par conséquent c'est de la confection des chemins et des canaux, c'est d'un système favorable de navigation intérieure, que dépend désormais la solution de ce que l'on nomme *la question des fers*.

Déjà, comme nous l'avons annoncé plus haut, un grand nombre de nouvelles entreprises sont formées, en France, pour l'érection de hauts-fourneaux destinés à produire de la fonte de fer par le moyen de la houille

carbonisée, dite *coke*. Dans six départemens, quinze hauts-fourneaux devant aller au *coke* sont en construction ou déjà construits. Outre cela, vingt-cinq hauts-fourneaux devant aller au *coke* sont en projet et en demande d'autorisation. D'après ces faits, on peut espérer que bientôt le produit en fonte de fer des usines françaises sera augmenté d'un total annuel de 198.750 quint. mét., et que, si les hauts-fourneaux en projet sont tous exécutés, nous aurons encore un surcroît de fonte d'environ 331.250 quint. mét., sans parler d'une vingtaine de hauts-fourneaux devant aller au charbon de bois, qui sont en construction.

On peut donc espérer que la production de la fonte de fer, en France, est au moment de s'accroître d'environ 600.000 quint. mét. par année, c'est-à-dire, de plus d'un tiers de la production totale. Un capital de 30 à 35 millions se trouve engagé dans les nouvelles entreprises de hauts-fourneaux. Un semblable capital de 30 à 35 millions est également engagé dans les nouvelles entreprises *de forges à l'anglaise*, dont le Mémoire indique l'époque, l'emplacement et l'état actuel.

Il est à remarquer que, dans le moment actuel, le commerce des fers se ressent des fluctuations auxquelles sont exposées diverses entreprises qui emploient ce métal. Il en résulte de fréquentes alternatives de hausse et de baisse dans le prix des fers, qui en général tend à baisser. Cependant le zèle des entrepreneurs de nouvelles usines à fer ne se ralentit pas en France. Outre les projets indiqués au commencement de l'année 1826, d'autres ont été conçus tout récemment. Le Mémoire

dont il s'agit les fait connaître jusqu'à la fin de la même année.

Jusqu'à présent, les forges à l'anglaise allant à la houille et le petit nombre de hauts-fourneaux qui emploient le *coke* ne consomment qu'environ la quatorzième partie de la quantité de ce combustible, qui est extraite des mines du royaume, c'est-à-dire, 1.300.000 quint. mét.. Ce fait montre que la houille du sol français ne manquera pas aux nouvelles entreprises de hauts fourneaux, si les moyens de communication intérieure sont assurés, par les routes, les rivières et les canaux, entre les mines et les usines.

Voilà quelles sont nos espérances; mais il ne faut pas se dissimuler les difficultés dont l'industrie française aura encore à triompher. Ne redoutons pas d'établir une comparaison entre l'industrie de la France et l'industrie de l'Angleterre, d'après des faits constatés jusqu'à la fin de l'année 1826; car une telle comparaison pourra nous révéler des vérités qui seront plus utiles à notre industrie, que des louanges prématurées.

En France, dans la fabrication du fer par le moyen du charbon de bois, le prix du fer en barres (63 fr.) est triple du prix de la fonte brute pour fer (21 fr.).

En Angleterre, dans la fabrication du fer par le moyen de la houille, le prix du fer en barres (26 fr.) est à-peu-près double du prix de la fonte brute pour fer (12 fr. 65 c.).

Cette différence, du double au triple, exprime l'avantage qui résulte de la fabrication du fer forgé par le moyen de la houille et du laminoir; elle montre que, si par les deux modes d'affinage on traite compara-

tivement de la fonte brute, supposée d'un même prix dans les deux cas, on dépensera, pour l'ancien procédé, à-peu-près deux fois autant que pour le nouveau.

Déjà, dans quelques-unes des nouvelles usines de la France, le rapport du prix des fers affinés par le moyen de la houille, au prix de la fonte, est à-peu-près le même qu'en Angleterre; c'est-à-dire, comme 2 : 1. Mais, en France, ce n'est, en général, que sur de la fonte obtenue au charbon de bois, et par conséquent d'un prix très-élevé, que l'on exécute le nouveau procédé d'affinage; de là provient la cherté du fer en barres, affiné à la houille.

Jusqu'à présent, plusieurs obstacles s'opposent à ce que la fonte de fer au *coke* soit produite, en France, aussi abondamment et pour un aussi bas prix qu'en Angleterre. Ces obstacles sont principalement :

1°. La difficulté des communications intérieures;

2°. Le retard qu'éprouve la marche progressive, c'est-à-dire, l'*avancement* des travaux d'exploitation, dans plusieurs de nos principales mines de houille; ce retard a lieu, d'un côté, parce que l'usage du combustible minéral étant moins répandu en France qu'en Angleterre, l'extraction en est moins rapide chez nous, et, d'un autre côté, parce que nos couches de houille sont communément des masses beaucoup plus épaisses que celles des Anglais. De ce retard des travaux d'exploitation, il résulte que, dans un même espace de temps et dans une même étendue de terrain, si l'on admet d'ailleurs, pour les deux pays, une interposition également fréquente des lits de minerai de fer au sein des couches de houille, ce minerai de fer des houillères

que l'on nomme *fer carbonaté*, ne peut, quant à présent, être extrait aussi promptement et en aussi grande quantité en France qu'en Angleterre.

3°. Un troisième obstacle, en France, à la production de la fonte de fer au *coke*, c'est la cherté de la houille, non pas tant sur les mines, où quelquefois même ce combustible est à vil prix, que dans les usines, où il ne peut être transporté qu'à grands frais.

4°. Enfin, un autre obstacle, c'est le haut prix du transport de la *castine*, qui est nécessaire comme fondant, les mines de houille de la France n'étant pas aussi communément voisines du terrain calcaire, que le sont, en général, celles de la Grande-Bretagne.

Telles sont les difficultés qui jusqu'à présent s'opposent, en France, à ce que le fer y soit fabriqué par le moyen de la houille et du laminoir, pour un aussi bas prix qu'en Angleterre; le temps seul pourra les faire disparaître, du moins en partie. Ces points de vue, qui méritent l'attention des entrepreneurs de semblables usines à fer, ne sont pas indignes des regards d'un Gouvernement protecteur de l'industrie.

En partant du point que nous avons essayé de fixer, relativement à l'état des usines à fer de la France, considérées en 1826, on pourra toujours procéder d'une manière analogue, pour une époque ultérieure. On jugera ainsi de la marche qu'aura suivie cette branche de l'industrie française pendant un certain laps de temps. On pourra donc assigner les causes qui auront influé sur cette marche, discuter utilement les mesures à prendre, et prévoir les résultats à espérer. Tel est l'objet que nous nous sommes proposé en offrant un

cadre dans lequel on pourra placer, pour chaque époque, les faits qui lui conviendront, et modifier ainsi les chiffres que nous avons admis relativement à celle qui nous occupait. Par ce moyen, on pourra comparer l'industrie des usines à fer de la France, d'une part, avec elle-même, d'autre part avec l'industrie de la Grande-Bretagne, considérée sous le même rapport.

C'est ainsi que, dans la Grande-Bretagne, d'après des faits qui ont été constatés, d'abord depuis l'année 1788 jusqu'en 1806, et ensuite depuis 1806 jusqu'en 1826, on a très-utilement considéré les développemens successifs de l'industrie des forges.

En l'année 1788, la Grande-Bretagne, y compris l'Ecosse, possédait 26 hauts-fourneaux allant au charbon de bois, et 60 allant au *coke*. L'ensemble de ces 86 hauts-fourneaux produisait en fonte de fer 70.000 tonnes, équivalant à 711.088 quint. mét.

En l'année 1806, le nombre des hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer par le moyen de la houille carbonisée, dite *coke*, fut de 227, dont 159 furent en activité. Il n'existait plus alors que 2 hauts-fourneaux allant au charbon de bois. Le produit total fut de 245.071 tonnes, équivalant à 2.489.529 quint. mét.

En l'année 1826, la Grande-Bretagne possède 305 hauts-fourneaux pour la fusion du minerai de fer par le moyen du *coke*, seul procédé que l'on y emploie maintenant. Sur ce nombre de hauts-fourneaux, 280 sont en activité. Leur produit total, par année, est de 728.000 tonnes, équivalant à 7.395.315 quint. mét.

On voit donc que, dans une période de quarante années

à-peu-près, la production en fonte de fer est devenue plus de dix fois aussi forte qu'elle l'était au commencement de cette même période. La production, soit de la fonte moulée, soit du fer affiné à la houille, s'est accrue dans le même rapport.

Le prix du fer en barres, dans la Grande-Bretagne, était, en l'année 1788, de 22 *liv. sterl.* la tonne.

Il est, en 1826, de 10 *liv. sterl.* 10 *sh.*

Ces faits montrent suffisamment quel avantage procurent l'exploitation des mines de houille et des mines ou minières de fer, l'amélioration des procédés métallurgiques, la facilité des communications intérieures et la concurrence.

Espérons que bientôt la France aura lieu de se féliciter aussi, en comparant l'état de ses usines à fer avec celui que nous avons essayé de faire connaître exactement, pour l'année 1826. Déjà les progrès qui ont été constatés, depuis l'année 1819, autorisent cette espérance; elle sera confirmée par le gouvernement d'un Roi qui veut assurer à la France tous les genres de prospérité.

RAPPORT *fait à l'Académie des Sciences, sur une Pierre météorique tombée près de Ferrare en* 1824;

PAR M. CORDIER.

L'ACADÉMIE m'a chargé d'examiner un fragment de pierre météorique qui lui a été présenté au nom de M. Orioli, par notre confrère M. Arago, et qui provient

de l'une des masses qui sont tombées à Ferrare le 15 janvier 1824, à neuf heures et demie du soir, immédiatement après l'explosion d'un météore.

Ce fragment, dont le volume est peu considérable (5 à 6 centimètres cubes), ne ressemble aux pierres météoriques ordinaires que par la croûte noire et vitreuse dont sa surface est en partie recouverte. Il en diffère beaucoup par sa composition minéralogique et par sa contexture.

On sait qu'à une ou deux exceptions près, les météorites que l'on a recueillis jusqu'à présent, offrent une pâte grenue, à grains très-fins, de couleur grisâtre, d'un aspect parfaitement lithoïde, et dans laquelle des globules de fer métallique, allié de nikel, sont presque toujours disséminés. On a généralement regardé cette pâte terreuse comme homogène. Cependant, depuis quelques années, il est tombé deux ou trois variétés de météorites dans lesquelles la pâte terreuse offre une contexture assez grossière, pour qu'on puisse distinguer à l'œil nud que les grains élémentaires sont de véritables cristaux de matières diverses et qui appartiennent à plusieurs espèces minérales très-distinctes. Quelques observateurs se sont occupés, avec plus ou moins de succès, de déterminer les caractères de ces petits élémens minéralogiques. Je puis ajouter que, d'après des recherches minéralogiques qui me sont propres, et que je n'ai point encore eu occasion de publier, la pâte terreuse de toutes les autres variétés de météorite, est également composée de très-petits cristaux de différentes espèces; en sorte que toutes ces variétés doivent être considérées comme des roches complexes, ayant une contexture analogue à celle

que les géologues appellent granitoïde. Ce sont, abstraction faite de la nature des élémens minéralogiques composants et du fer métallique disséminé, de véritables granites microscopiques. Ce résultat est général, du moins quant au grand nombre de météorites que j'ai pu examiner. Je ne m'y arrêterai pas en ce moment, malgré l'intérêt qu'il présente, parce que ce serait m'écarter de l'objet du présent Rapport. J'ai dû énoncer ce résultat, pour faire ressortir les particularités qui caractérisent la composition minéralogique et la contexture de la pierre de Ferrare.

Cette pierre est aussi une véritable roche, mais d'un genre qui diffère de celui des autres météorites. Elle est décidément porphyroïde. Ce porphyre météorique a pour base une pâte vitreuse parfaitement noire et opaque, au milieu de laquelle sont disséminés des masses globulaires d'un minéral blanchâtre que je décrirai ci-après, et dont le volume varie depuis $\frac{1}{5}$ de millimètre jusqu'à 1 millimètre. On y reconnaît aussi, mais plus difficilement, des globules généralement très-petits, de fer métallique. En somme, l'aspect de la pierre, ou à parler plus exactement de la roche, ressemble beaucoup à celui de certaines variétés de laves du Vésuve, qui sont formées de basalte demi-vitreux, enveloppant de petits cristaux d'amphigène qui ont été frités par la chaleur, postérieurement à la consolidation de la lave.

M. Laugier, d'après le vœu qui avait été exprimé dans le sein de l'Académie, s'est empressé de faire l'analyse de la météorite de Ferrare. Il eût été curieux d'analyser séparément les élémens minéralogiques de la roche, mais il n'a pas été possible de les isoler d'une manière suffi-

samment exacte. Les recherches de M. Laugier sont développées dans une note qu'il ma remise et que je joins au présent Rapport. Cette note intéressante renferme de plus l'exposé d'un nouveau moyen pour extraire la totalité du chrôme qui existe généralement dans les météorites. En résultat, 100 parties de la météorite de Ferrare ont donné à M. Laugier, savoir :

43	de peroxide de fer.
41.75	de silice.
16	de magnésie.
1.50	d'oxide de chrome.
1.25	d'oxide de nickel.
1	de soufre.
104,50.	

Ces nombres forment un total de 104 parties. L'accroissement est dû à l'absorption d'une certaine quantité d'oxigène par le fer métallique, et probablement aussi par le chrome et par le nikel.

Je vais indiquer, en décrivant les élémens minéralogiques de la roche, ce qui est à présumer relativement à la répartition des principes chimiques trouvés par M. Laugier.

La substance minérale la plus remarquable, celle qui est disséminée sous forme de petites masses globuleuses blanchâtres, entre à-peu-près pour $\frac{15}{100}$ dans le volume de la roche. Ces petites masses sont assez généralement espacées : leur coupe n'offre aucune apparence de contour régulier : elles sont dépourvues de transparence leur tissu est comme frité à grains excessivement fins, la cassure est vitreuse, terne et inégale comme celle des

cristaux d'amphigène qui ont une structure granulaire. La fusibilité est exactement celle de ce minéral et la dureté fort analogue. Il y avait lieu de présumer que les deux substances étaient identiques ; mais l'analyse a repoussé complètement cette conjecture. L'amphigène est une bisiliciate de potasse et d'alumine dans lequel ces deux derniers principes forment à-peu-près la moitié du poids total ; or, M. Laugier a vainement cherché à découvrir l'un et l'autre de ces principes en faisant son analyse. D'après les résultats de cet habile chimiste et l'examen des caractères extérieurs, il paraît certain que la substance dont il s'agit est un siliciate de magnésie dans lequel la proportion de silice est au *maximum*. Cette substance constitue par conséquent une espèce particulière et qui ne ressemble à aucun des minéraux terrestres que nous connaissons.

Les globules métalliques de la roche de Ferrare sont pour la plupart microscopiques : quelques-uns seulement atteignent une épaisseur d'un millimètre. On ne peut pas assigner exactement leur proportion dans la roche ; on ne doit pas présumer cependant qu'ils constituent plus de $\frac{8}{100}$ du volume. Leur surface est communément encroûtée par la matière vitreuse dans laquelle ils sont disséminés ; à l'intérieur leur couleur est d'un blanc grisâtre. Le métal est plus dur que le fer. Une pointe d'acier l'entame difficilement ; il prend un vif éclat par la raclure. D'après l'analyse de M. Laugier, et la composition bien connue des fers météoriques en général, on doit penser que la matière est un alliage de fer avec un très-petite quantité de nikel, de chrome et de soufre.

Quant à la matière vitreuse de la roche, elle est, ainsi que je l'ai déjà dit, à l'état d'émail parfaitement noir et opaque. Sa cassure est raboteuse et peu éclatante. Son aspect rappelle celui des verres volcaniques congénères du basalte, que j'ai fait connaître sous le nom de gallinace. Sa dureté est médiocre; elle est fragile. Le barreau aimanté enlève presque en entier sa poussière à raison des particules de fer métallique qui s'y trouvent mécaniquement mêlées. Au chalumeau elle fond facilement et donne un émail de même couleur, dont la surface est terne. D'après l'analyse de M. Laugier et les caractères extérieurs, on ne peut pas douter que cette substance ne soit un mélange, peut-être même une combinaison, de silice avec du protoxide de fer et de la magnésie. Elle a par conséquent des rapports avec le péridot, puisque ce minéral est aussi un siliciate de fer et de magnésie; mais les proportions sont extrêmement différentes. Ainsi la matière vitreuse de la météorite de Ferrare est une substance particulière et qui n'a point d'analogue parmi les minéraux connus.

J'ajouterai maintenant, qu'en examinant au microscope le minéral blanc qui a été décrit ci-dessus, j'ai reconnu dans les petites masses qui en sont formées, indépendamment de quelques particules de fer métallique, de très-petits cristaux verts, ayant un peu moins de $\frac{1}{20}$ de millimètre de grosseur, et qui, d'après les caractères que j'ai pu saisir, paraîtraient appartenir au pyroxène : la présence de ces très-petits cristaux, au milieu du mineral blanchâtre, est une circonstance analogue à celle qu'on observe souvent dans les roches ordinaires qui ont été formées par cristallisation, et notamment dans les laves.

On conçoit du reste que, quelle que soit la composition chimique de ces petits cristaux, elle n'a pu exercer d'influence sensible sur les résultats de l'analyse.

Si l'on envisage sous un point de vue plus général les caractères de la roche météorique de Ferrare, on ne pourra guère douter que la masse du bolide dont elle provient n'ait été originairement consolidée à la manière des laves, c'est-à-dire par voie de refroidissement, et par conséquent que cette consolidation avait eu lieu antérieurement à l'entrée du bolide dans l'atmosphère. Cette conséquence est en harmonie avec ce qu'on doit présumer, sous le même rapport, à l'égard de tous les bolides.

En résumé, la roche météorique de Ferrare est chimiquement composée comme la plupart des météorites ; mais la majeure partie des principes chimiques sont combinés d'une manière différente : sur quatre substances minérales résultant de ces combinaisons, une seule paraît analogue à un des minéraux terrestres que nous connaissons ; ces substances sont aggrégées sous une forme qui n'avait point encore été observée parmi les météorites, celle de roche porphyroïde ; d'où résulte la nécessité d'établir un genre nouveau dans la classification méthodique des singuliers produits que nous recevons de temps à autre des espaces célestes. Enfin les conséquences que l'on peut tirer des caractères de la roche, confirment les probabilités que nous possédions déjà sur le degré de consistance et la faible température dont les bolides sont pourvus, lorsqu'ils arrivent dans l'atmosphère de la terre.

Je terminerai en proposant que M. Orioli soit remer-

cié au nom de l'Académie, s'il ne l'a déjà été à l'époque où M. Arago a présenté l'échantillon qui a donné lieu à l'examen dont je viens d'avoir l'honneur d'entretenir l'Académie.

Note *sur la Composition chimique de la Pierre météorique de Ferrare.*

Par M. Laugier.

Conformément au désir de l'Académie des Sciences, je me suis empressé de faire, avec le soin dont je suis capable, l'examen chimique de la pierre météorique de Ferrare. L'ayant achevé, j'ai prié M. Cordier, qui doit lire des observations sur le même objet, de vouloir bien lui présenter en même temps le résultat de mon travail.

La pierre de Ferrare renferme, comme celle de l'Aigle, et comme la plupart des pierres du même genre, un grand nombre de petits globules de fer, ductiles, s'applatissant sous le pilon, et s'opposant à la pulvérisation des portions terreuses. Cependant elle diffère en apparence des autres pierres météoriques, en ce qu'elle offre dans sa texture de très-petits grains blancs, qu'on a présumés être une substance particulière, par exemple du leucite ou amphigène. J'aurais voulu pouvoir isoler ces grains blancs des autres matières qui composent cette pierre, mais la séparation mécanique n'en a pas été possible.

J'y ai suppléé, je crois, d'une manière suffisante, en employant le barreau aimanté, qui enlève à cette pierre

les trois cinquièmes de sou poids. Il est évident en effet que le leucite, n'étant nullement attirable à l'aimant, doit, s'il existe dans la pierre, se retrouver necessairement dans le résidu sur lequel le barreau n'a plus d'action. La recherche du leucite dans ce résidu est d'autant plus facile que, d'après l'analyse du célèbre Klaproth, et l'examen que je viens de faire à cette occasion de deux leucites que M. Cordier a bien voulu me donner, le leucite ou amphigène, indépendamment de la silice qui y domine, est formé de 24 centièmes d'alumine et de 20 a 22 centièmes de potasse; la quantité de ces élémens est plus que suffisante pour permettre d'en reconnaître aisément la présence.

D'après ces données, j'ai fait agir sur cent parties de la pierre de Ferrare le barreau aimanté, qui en a enlevé soixante parties et demie; le résidu de trente-neuf parties et demie, traité soit par les acides, soit par les sels de baryte, n'a pas fourni la moindre quantité de potasse ni de soude; il n'a offert que des traces à peine sensibles d'alumine; d'où l'on peut conclure que la pierre de Ferrare ne renferme ni leucite, ni substance à base de soude et de potasse.

Je n'entrerai ici dans aucun des détails de l'analyse que j'ai faite de cette pierre, parce qu'ils ne seraient que d'un faible intérêt pour l'Académie; je me bornerai à en indiquer premièrement les résultats; secondement à exposer un fait qui a pu induire en erreur quelques personnes, et les empêcher de trouver du chrôme dans les météorites, surtout lorsque ceux-ci ne renferment qu'une très-petite quantité de ce métal.

On retire de cent parties de la pierre de Ferrare :

43 parties	de peroxide de fer.
41,75	de silice.
16	de magnésie.
1,50	de chrome oxidé.
1,25	d'oxide de nickel.
1	de soufre.

Ces nombres forment nn total de 104 parties et demie, d'où il faut retrancher 9 parties 2 dixièmes d'oxigène nécessaires pour changer en peroxide les 30 parties de fer qui se trouvent à l'état métallique dans cette pierre ; ce qui réduit le total réel à 95 parties 3 dixièmes.

On voit que la pierre de Ferrare est composée des mêmes élémens que la plupart des pierres météoriques ; que seulement la quantité du soufre et du nickel est plus petite qu'elle n'a coutume de l'être.

Quant au fait que je crois ne devoir pas omettre, il est relatif à la perte que l'on fait ordinairement d'une certaine quantité de chrome, et surtout de silice, lorsqu'on se contente de recueillir le chromate de mercure, qui, par l'addition du proto-nitrate de ce métal, est précipité de la dissolution de chromate de potasse sursaturée d'acide nitrique.

Dans le cas où cette dissolution ne contient que très-peu de chrome, ou qu'on y a ajouté un peu plus d'acide nitrique que sa saturation n'en exige, le précipité est tout-à-fait nul, ou ne se forme qu'en partie. Le moyen d'obtenir la totalité non-seulement du chrome, mais de la silice que la potasse a retenue, consiste, 1° à sursaturer d'ammoniaque la dissolution, et à calciner le

précipité mercuriel ; 2° à évaporer à siccité la dissolution et à en calciner également le résidu, qui est un mélange de nitrates de potasse et d'ammoniaque.

J'ai obtenu, par ce moyen, jusqu'à 6 centièmes de silice, et une quantité de chrome égale au tiers de celle que les météorites contiennent ordinairement. Cette portion, qui, comme on le voit, vaut la peine d'être recueillie, dût-elle exiger quelques manipulations de plus, est sans doute la principale cause des pertes un peu trop fortes que l'on éprouve le plus souvent dans le traitement des pierres météoriques. C'est le motif pour lequel je m'empresse de signaler cette cause d'erreur.

Extrait *d'une Lettre de M.* Bonsdorff *à M.* Gay-Lussac.

Depuis le mois de décembre de l'année passée, je me suis occupé d'une recherche dont j'avais espéré vous donner actuellement une communication détaillée; mais comme cette recherche paraît donner matière à un travail d'une assez grande étendue, et comme ce travail a été interrompu déjà depuis quelque temps par d'autres occupations, je prends la liberté de vous envoyer pour le moment une simple notice en extrait, que voici :

En réfléchissant sur la grande analogie qui existe entre l'oxigène et quelques autres corps électro-négatifs par excellence, tels que le chlore, l'iode, etc., surtout par le phénomène du feu ou la combustion, qui a lieu

quand ces élémens se combinent à d'autres corps simples, et par la propriété que possèdent les mêmes élémens, dans nombre de cas, de gazéifier ces corps, il m'a paru très naturel, au moins très-probable, que les combinaisons de ces élémens avec les autres corps électro-négatifs, de même que les combinaisons de l'oxigène, donneraient naissance à des corps composés analogues aux acides, et que leurs combinaisons avec les corps simples électro-positifs produiraient des corps composés analogues aux bases salifiables.

J'ai commencé les recherches que je m'étais proposées sous ce point de vue, par des expériences avec le deuto-chlorure de mercure (sublimé corrosif), lequel a la propriété de se dissoudre dans l'eau sans altération, et de rougir dans cet état le tournesol, comme un acide. La première observation que j'ai faite à cet égard, et qui semblait appuyer cette idée, fut que cette réaction est anéantie par les chlorures de tous les métaux électro-positifs. Ainsi la couleur de la teinture du tournesol, rougie par la solution du sublimé corrosif, est ramenée au bleu par les chlorures de potassium, de sodium, de lithium, de baryum, de strontium, de calcium, de magnésium, d'yttrium, de cérium, de manganèse, de nickel, de cobalt, etc. — Guidé par cette observation, j'ai entrepris de combiner le deuto-chlorure de mercure avec les chlorures desdits métaux, et j'ai réussi à obtenir toutes ces combinaisons cristallisées. — Si ces idées sont justes, il est clair que le sublimé corrosif est un acide, et alors je proposerais aux chimistes de l'appeler *acide chloro-hydrargyrique*, et les sels qu'il forme *chloro-hydrargy-*

rates. — Voici quelques notions sur la nature des sels dont il s'agit :

Le *chloro-hydrargyrate de potassium* est un sel très-soluble dans l'eau, qui cristallise en filamens soyeux, parfaitement semblables à l'amianthe. L'analyse a donné 83,10 parties d'acide chloro-hydrargyrique, 11,34 de chloride (chlorure) de potassium, et 5,56 d'eau; ainsi l'acide contient quatre fois autant de chlore que la base (le chloride). Le *chloro-hydrargyrate de sodium*, cristallisant en prismes ou aiguilles hexagones, est composé de 75 parties d'acide, 16 de chloride de sodium et 9 d'eau, c'est-à-dire que l'acide contient deux fois autant de chlore que la base. Outre les sels déjà nommés, la forme prismatique ou aciculaire appartient aux *chloro-hydrargyrates* de *strontium*, de *lithium*, de *cuivre*, de *manganèse* et de *fer*, desquels les deux derniers au moins sont isomorphes, cristallisent en prismes hexagones irréguliers, bien prononcés, terminés par deux facettes. Le *chloro-hydrargyrate de calcium* paraît être de deux espèces différentes, l'une acide, en octaëdres réguliers, l'autre (neutre?) en rhomboëdres et en prismes hexagones réguliers. Le *chloro-hydrargyrate de nickel* forme des tétraëdres réguliers, celui d'*yttrium* et de *cerium* des cubes. Les sels de *glucinium* et de *cobalt* cristallisent en prismes rhomboïdaux, ceux de *baryum* et de *zinc* en tables rhomboïdales. Tous les sels que je viens de citer sont très-solubles dans l'eau, quelques-uns sont déliquescens; une grande partie se conserve très-bien dans l'air. — La manière la plus commode d'obtenir ces sels, est de dissoudre le deuto-chlorure de mercure en poudre

dans une dissolution saturée de chlorure, qui deviendra la base du sel, et d'abandonner ensuite la dissolution à une évaporation, soit spontanée, soit produite par d'autres moyens. Il paraît que tous les sels ci-dessus nommés contiennent une certaine quantité d'eau de cristallisation.

D'une manière analogue j'ai combiné le deuto-chlorure de platine, que je propose d'appeler *acide chloro-platinique*, à nombre de chlorures électro-positifs. Les chloro-platiniates de potassium et de sodium au moins étaient auparavant connus, quoique considérés comme des sels doubles. Entre les nouvelles combinaisons je voudrais citer les *chloro-platiniates de cuivre, de zinc*, de *manganèse* et de *fer*, parce qu'ils paraissent être tous isomorphes, savoir, cristallisés en prismes hexagones réguliers (dodécaèdres). — De même, j'ai combiné le chlorure de palladium à plusieurs chlorures électro-positifs ; les *chloro-palladiates* étant tous cristallisables, celui de *manganèse*, par exemple, en cubes brun-noirâtres. Enfin, tout porte à croire qu'il peut exister des *chloro-stibiates*, des *chloro-stannates*, et je me suis proposé, tant d'examiner ceux-ci, que d'essayer les combinaisons du chlore avec tous les autres métaux et avec les corps simples non métalliques. En conséquence de ce que je viens d'exposer sur les combinaisons du chlore, il m'a paru très-vraisemblable que l'iode devait jouer un rôle analogue. En effet, le deuto-iodure de mercure, quoique par lui-même insoluble dans l'eau, se dissout très-facilement dans les dissolutions des iodures des métaux electro-positifs, et donne naissance à des combinaisons cristallisées. Ainsi,

par exemple, l'*iodhydrargyrate de potassium* est un sel qui cristallise en aiguilles d'un jaune de soufre, inaltérables dans l'air sec. L'*iodhydrargyrate de sodium* cristallise en prismes jaunes rhomboïdaux, qui sont déliquescens à un très-haut degré. Le sel de *zinc* est déliquescent et cristallise en petits rhomboèdres ou en prismes, terminés par des pyramides à trois faces. Le sel de *fer* ne peut être obtenu que par évaporation dans le vide; il donne des cristaux prismatiques jaune-brunâtres, qui se décomposent bientôt dans l'air.

Si l'acide fluorique est un hydracide, comme tout porte à le croire aujourd'hui, et si par conséquent les acides fluo-silicique, fluo-borique, fluo-titanique, fluo-molybdique, etc. sont des corps composés de deux élémens, il paraît en résulter que tous les sels doubles que forment les fluates de potasse, de soude, etc., avec les fluo-acides nommés, sont effectivement des sels simples à bases de fluorides de potassium, de sodium, etc., et qu'on pourrait donner à ces sels des noms analogues aux dénominations des chloro-sels et des iodo-sels, c'est-à-dire, par exemple, *fluo-silicate de potassium* (au lieu de *fluate de silice et de potasse*), *fluo-borate de barium*, *fluo-titaniate de sodium*, et ainsi de suite.

A l'époque où j'ai entrepris les recherches dont j'ai maintenant tâché de montrer le but, le travail de M. Berzelius sur les sulfo-sels ne m'était pas encore connu. L'illustre chimiste suédois a eu la bonté de m'envoyer son Mémoire, et je l'ai reçu quelques mois plus tard. Vous connaissez déjà ce Mémoire, qui est d'un si grand intérêt pour les theories chimiques, par la traduction qu'en a faite M. Fulg. Fresnel, et qui a

été insérée dans les *Annales de Chimie et de Physique* de l'année courante (tome XXXII). On voit par là que M. Berzelius a établi un système qui ne paraît pas admettre les idées que j'ai proposées sur les chloro-sels, les iodo-sels et les fluo-sels. Il se peut bien que je me sois trompé dans ma manière de voir la chose; cependant je hasarde de soumettre mon opinion, quelle qu'elle soit, au jugement des chimistes; je continuerai mes recherches, et quand elles seront terminées, j'aurai l'honneur de vous les envoyer en détail.

Abo, le 30 décembre 1826.

OBSERVATIONS *sur la Combinaison appelée* Pourpre de Cassius.

PAR M. MARCADIEU,
Employé à la Direction des Monnaies de Paris.

LE pourpre de Cassius, connu par l'heureux emploi qu'on en fait dans les arts, a occupé successivement un grand nombre de chimistes. MM. Proust et Oberkampf l'ont examiné d'une manière spéciale; mais ils ont toujours été arrêtés à cette question : L'or est-il à l'état métallique dans cette combinaison?

M. Oberkampf, dans le cours de ses travaux, a fait quelques observations fort intéressantes sur les diverses nuances résultant de la plus ou moins grande quantité, soit d'ydrochlorate d'or, soit d'hydrochlorate de protoxide d'étain dissous, qu'on versait dans l'une ou dans

l'autre de ces dissolutions; mais après avoir décrit toutes ces nuances, il termine son mémoire en disant : « que pour acquérir une connaissance de ce qui se passe dans cette préparation, il resterait à déterminer dans quel état s'y trouve l'or; qu'il est très-difficile de répondre à cette question, mais que tout porte à croire que s'il n'est pas entièrement à l'état métallique, comme le pense M. Proust, il ne doit y rester qu'une faible portion d'oxigène. » On voit que cette dernière manière de voir n'est déduite d'aucun fait : la petite série d'expériences que je vais rapporter fixera mieux, j'ose le croire, les chimistes sur la nature de ce composé : ils y verront par quel agent on peut le former, et ils arriveront par cela même à un éclaircissement que les expériences antérieures n'ont pu donner.

Employé à la Direction des monnaies de Paris, et chargé d'essayer toutes les matières d'or et d'argent qui doivent entrer en fabrication dans cet établissement, j'ai eu plusieurs fois l'occasion d'en examiner à tous les titres, et contenant quelques atomes d'un corps qui ne s'y trouvait qu'accidentellement. C'est précisément en examinant des lingots d'argent de cette dernière nature, que je me suis aperçu d'une différence frappante que présentait un gramme de ce métal passé préalablement à la coupelle avec du plomb, puis dans l'acide nitrique, et le métal auquel on n'avait pas fait subir la même purification. Dans le premier cas, si la matière contenait quelques millimes d'or, on le trouvait au fond du matras à l'état métallique, et, en le recueillant soigneusement dans un petit creuset et le faisant rougir, on lui communiquait cette belle couleur jaune

qui le caractérise. Dans le second cas, loin d'obtenir le même résultat, le résidu provenant de l'action de l'acide nitrique pur est d'une couleur rose, quelquefois violette, présentant enfin des nuances diverses qui tendent toutes vers le pourpre. La petite quantité que j'en retirais chaque fois ne me permit pas de la soumettre de suite à un examen chimique; mais, lorsque je m'en fus procuré suffisamment, je commençai à opérer, et je ne tardai pas à m'apercevoir que l'action des acides simples était entièrement nulle. J'essayai alors l'acide chloro-nitrique, et ce fut par celui-ci que je m'assurai que cette matière n'était autre chose qu'une combinaison d'oxide d'étain et d'or qu'on connaît sous le nom de précipité pourpre de Cassius. Étonné de voir ce composé se reproduire par un procédé tout-à-fait différent de celui qui est mis en pratique, et trouvant également une forte preuve que l'or ne devait et ne pouvait pas même y être à l'état d'oxide, à raison de la nullité d'action de l'acide nitrique sur ce métal, je résolus de faire les expériences que je vais rapporter.

Un gramme d'argent parfaitement pur fut allié à deux millièmes d'or dans un fourneau de coupellation. Au moment où le petit culot métallique allait se figer, on y introduisit cinquante millièmes d'étain, et on couvrit subitement le vase pour prévenir l'oxidation de ce dernier métal. Le petit culot fut introduit dans un matras contenant de l'acide nitrique et soumis à l'action d'une douce chaleur. L'action ne tarda pas à avoir lieu, et la couleur rose apparut aussitôt que les bulles commencèrent à s'apaiser; mais elle paraissait légèrement altérée par l'excès d'oxide d'étain qui n'était pas entré en

combinaison. Le précipité, débarrassé de son excès d'acide, et repris par l'eau distillée, fut soigneusement recueilli sur un filtre dont on avait préalablement pris le poids; il se trouva peser soixante-cinq millièmes, quantité qui représente les deux millièmes d'or et les cinquante d'étain transformés en peroxide. Les proportions que je donne ici sont le terme moyen de plusieurs expériences toujours vérifiées dans une balance d'essai extrêmement sensible.

La difficulté qu'on a de pouvoir allier une petite quantité d'étain avec un métal comme l'argent fit que je le mis tout simplement dans l'acide nitrique où se trouvait l'argent contenant quelques millièmes d'or, et je hâtai l'oxidation de l'un et la dissolution de l'autre au moyen d'une douce chaleur : la combinaison s'opéra avec la même facilité et la même promptitude que s'il eût été allié à l'argent aurifère, et l'apparition de la couleur pourpre en fut constamment le résultat. Je n'obtins pas le même succès en mettant du peroxide d'étain en contact avec l'acide nitrique et l'argent. La dissolution de celui-ci s'effectua sans que l'or qu'il contenait entrât en combinaison avec le peroxide. Comment expliquer cette différence de manière d'agir, si ce n'est qu'en supposant que le peroxide d'étain ne peut se combiner avec l'or, dans cette circonstance, qu'à l'état d'oxide naissant? ne sait-on pas que plusieurs corps ne peuvent se combiner avec d'autres qu'au moment de leur nouvelle apparition? Il est donc permis de raisonner ainsi; et c'est d'ailleurs le raisonnement qui s'offre le plus naturellement à l'esprit.

N'ayant fait usage que d'acide nitrique dans les opé-

rations précédentes, et voulant cependant employer tout autre acide, pour m'assurer si le phénomène se produirait également bien, je formai deux alliages, le premier composé d'étain et d'or seulement, et le second, de zinc d'or et d'étain, de manière à ce que ces deux derniers y fussent en très-petite quantité relativement au zinc. Quelques parties des deux alliages furent mises séparément en contact avec l'acide hydrochlorique. La dissolution de zinc et d'étain s'opéra sans qu'aucune couleur se produisît, et les parcelles d'or parurent au fond du vase. Il est probable que la formation du pourpre de Cassius est arrêtée par l'affinité qu'a l'acide hydrochlorique pour l'oxide d'étain; d'ailleurs, ce qui vient à l'appui de cette assertion, c'est la facilité avec laquelle le composé lui-même se dissout dans l'acide chloronitrique.

Voyant que l'acide hydrochlorique n'agissait pas, comme je le désirais, sur les deux alliages, je soumis ces deux derniers à l'action de l'acide nitrique. Bientôt après la couleur pourpre se manifesta dans l'un et dans l'autre vase, avec cette différence seulement que celle que produisit l'alliage de zinc se trouva supérieure à celles que j'avais obtenues jusqu'alors.

Le petit nombre d'expériences que je rapporte aujourd'hui suffit, je crois, pour lever le doute où l'on était, si l'or se trouve réellement à l'état métallique dans ce composé. Je terminerai ce court aperçu en observant aux personnes qui s'occupent du commerce des matières d'argent, et particulièrement aux essayeurs qui, la plupart, sont chargés de vérifier si tel ou tel lingot d'argent contient de l'or, qu'elles obtiendront toujours du

pourpre de Cassius, si la matière recèle quelques atomes d'étain, à moins qu'on n'ait passé la prise d'essai à la coupelle avec du plomb, opération qui se pratique le plus généralement. Mais il peut arriver aussi que, dans un moment de presse, on supprime ce travail; l'erreur pourrait devenir alors très-préjudiciable si le phénomène que j'annonce venait à se présenter, en ce que le composé formé se trouverait dans l'acide en un état de suspension tel qu'il donnerait à penser que la matière essayée ne contient point d'or; et d'ailleurs, lors même qu'on s'apercevrait de cette matière rouge, et qu'on la recueillît dans un petit creuset pour la faire rougir, elle n'acquerrait jamais la couleur jaune de l'or; elle paraîtrait d'un gris noirâtre après avoir été fortement chauffée.

Des *Décompositions chimiques opérées avec des forces électriques à très-petite tension.*

Par M. Becquerel.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 21 août 1826.)

On sait maintenant qu'à l'aide de très-petites forces électriques, dont l'action est continue, on produit des effets chimiques plus ou moins considérables, et que de très-légers changemens dans les états électriques des corps suffisent pour déterminer de nouvelles combinaisons. Mais on est loin de connaître tous les phéno-

mènes chimiques qui peuvent être dûs à des forces aussi faibles.

Nous voyons tous les jours que la nature, qui peut disposer d'un temps illimité, produit des effets immenses avec de très-petits moyens. Ces moyens échappent souvent à nos sens, parce qu'ils n'ont pas été assez étudiés, et qu'ils ne rentrent pas dans le cercle habituel de nos recherches. C'est en travaillant sur une petite échelle, c'est en s'attachant, pour ainsi dire, aux particules des corps et à tout ce qui s'y rapporte que l'on parviendra peut-être à découvrir une partie des ressorts que la nature met en jeu pour développer les phénomènes dus à l'attraction moléculaire.

On s'est déjà beaucoup occupé des précipités obtenus dans les dissolutions métalliques, avec un seul couple voltaïque, et le *Traité d'Electricité* de M. Singer renferme un grand nombre d'expériences à cet égard. M. Wollaston a prouvé aussi que l'on pouvait obtenir les mêmes résultats en substituant une série d'étincelles électriques au courant galvanique. Les appareils ingénieux dont s'est servi cet habile et célèbre physicien n'ont pas peu contribué à répandre le goût de recherches, que l'on pourrait presque désigner sous le nom de *microscopiques*, et qui ont déjà rendu de si grands services aux sciences.

Il ne sera pas question, dans ce Mémoire, de décompositions chimiques opérées à l'aide de piles voltaïques d'un certain nombre d'élémens; des savans du premier ordre se sont occupés avec trop d'ardeur et de succès de ce genre de recherches, pour qu'il reste encore quelque découverte importante à y faire. Je ne parlerai que

des décompositions obtenues avec des forces électriques dont la tension est excessivement faible et moindre que celle de l'électricité qui provient du contact de deux métaux.

Il est hors de doute maintenant qu'une action galvanique quelconque peut donner naissance à des effets chimiques; mais on ignore jusqu'à quel point cette action, quand elle est très-faible, influe sur l'attraction moléculaire, et s'il ne se passe pas, au moment où celle-ci se manifeste, des phénomènes particuliers qui disparaissent dans l'effet général, lorsqu'on emploie une pile d'une certaine énergie.

On sait, par exemple, que lorsqu'on plonge dans une dissolution métallique deux fils d'un métal quelconque, qui communiquent chacun à l'un des pôles d'une pile voltaïque, on obtient toujours au fil négatif de l'hydrogène du métal réduit ou de l'oxide; mais quand la tension est excessivement petite, le phénomène se passe-t-il de la même manière? Tous les métaux jouissent-ils de cette propriété au même degré, et n'y en aurait-il pas par hasard qui fissent exception. Pour résoudre ces diverses questions, il faut diminuer successivement la tension électrique, et observer en même temps ce qui se passe dans les décompositions; c'est ce que je vais tâcher de faire.

M. Bucholz s'est occupé de recherches de ce genre: il a fait des expériences intéressantes sur l'action chimique de chaînes galvanico-électriques simples, formées de dissolutions métalliques, d'eau ou d'acide et d'un métal. (*Annales de Chimie*, t. LXVI, p. 166.) Ces expériences, qui datent de 1807, consistent à verser

dans un verre cylindrique une dissolution métallique, par exemple, de cuivre, à y ajouter avec la plus grande précaution de l'eau distillée ou de l'eau acidulée, en sorte que les deux liqueurs soient séparées l'une au-dessus de l'autre, et à plonger ensuite dedans une lame de cuivre; au bout de quelques heures, cette lame est recouverte de cuivre précipité à l'état métallique.

Diverses dissolutions métalliques ont donné les mêmes résultats à M. Bucholz, qui tire de là la conséquence que la plupart des métaux peuvent former, avec leurs propres dissolutions et de l'eau ou de l'eau acidulée, des chaînes dont l'action électrique précipite le métal.

Il y a ici trois actions électriques : l'une provenant probablement du contact des liquides, qui jusqu'à présent a échappé à tous les modes d'expérience que l'on a employés pour la rendre sensible; les deux autres sont dues au contact de chaque bout de la lame de métal avec chaque liquide. C'est donc un phénomène composé; car les actions s'ajoutent ou se retranchent selon qu'elles vont dans le même sens ou dans des sens différens; néanmoins il est certain que l'action électrique du métal sur la dissolution saline doit l'emporter.

Certains phénomènes thermo-électriques, le contact des liquides et des métaux et les actions chimiques, dégagent assez d'électricité pour produire des décompositions qui ont des rapports avec celles observées par M. Bucholz.

M. Seebeck, de l'Académie de Berlin, a observé le premier que, dans un circuit fermé, formé de deux fils ou lames de métal différens, soudés bout à bout, si

l'on élève la température d'une des soudures, il s'établit aussitôt un courant électrique dans tout le circuit.

En se servant de ce principe, plusieurs physiciens essayèrent de construire des piles thermo-électriques, à l'instar de celles de Volta, dans l'espoir de leur donner assez d'énergie pour décomposer l'eau; mais leurs tentatives furent sans succès; ils trouvèrent seulement que l'action du courant électrique sur l'aiguille aimantée, lorsqu'on chauffait les soudures alternatives, croissait le plus souvent avec le nombre de barreaux. L'eau légèrement acidulée n'étant pas décomposée par l'action de cette pile, il aurait pu se faire que le nitrate d'argent, qui exige une tension bien moindre, le fût; mais l'expérience m'a prouvé que l'électricité, développée dans cette circonstance, n'avait pas une tension suffisante pour déterminer une action chimique, quelque faible que fût la force d'affinité qui retînt unies les molécules.

Diverses observations me firent supposer qu'il n'en serait plus de même si, deux fils métalliques ne faisant que se toucher à une de leurs extrémités, on chauffait à droite ou à gauche des points de jonction, tandis que les deux autres extrémités plongeraient dans une dissolution métallique. Mes conjectures furent vérifiées : en effet, soient deux fils, l'un de platine et l'autre de cuivre, d'une certaine longueur et d'un tiers de millimètre environ de diamètre; à l'un des bouts de chaque fil on forme un anneau, qui sera très-petit pour le fil de platine, et de 3 millimètres d'ouverture pour l'autre. On passe ces deux anneaux l'un dans l'autre, et l'on soude un second fil de cuivre au bout libre du fil

de platine ; puis l'on brûle un peu de soufre sur l'anneau de cuivre. Ces dispositions faites, on place une lampe à alcool sous l'anneau de platine, de manière à porter au rouge sa température, sans que celle de l'anneau de cuivre y parvienne, condition que l'on remplira en mettant le fil de platine à l'extrémité de la flamme blanche de manière que celle-ci soit à très-peu de distance de l'anneau de cuivre. Maintenant, si l'on fait communiquer les extrémités libres des fils de cuivre avec les bouts du fil qui forme le circuit d'un galvanomètre, on a un courant électrique énergique, qui va en suivant le circuit du cuivre au platine, c'est-à-dire que l'électricité négative est formée par ce dernier.

On tient l'anneau de cuivre plus grand que l'autre, afin qu'il s'échauffe moins, lorsqu'on porte au rouge la température de l'anneau de platine. Si l'on place, au contraire, le foyer de chaleur du côté du fil de cuivre, les effets électriques sont inverses, et si l'on substitue au fil de platine un autre fil de cuivre, les effets électriques seront encore les mêmes, comme je l'ai prouvé dans un de mes précédens Mémoires. En exposant à la même température les deux anneaux, il n'y a manifestation d'aucune action électrique ni chimique.

La couche de sulfure dont est recouverte la surface de l'anneau de cuivre augmente sensiblement l'intensité du courant.

Voilà donc deux effets électriques distincts obtenus dans un circuit fermé composé de deux fils de métal différens, selon que ces fils sont soudés, ou ne font que se toucher en quelques points. Dans le premier cas, le courant va toujours dans le même sens, soit que l'on

chauffe à droite ou à gauche des points de jonction ; dans le second, il n'en est pas de même. La seule différence provient de ce que, dans l'un, il y a simplement contact, tandis que dans l'autre il y a contact accompagné d'une action chimique qui détermine la formation d'un oxide ou d'un sulfure.

L'expérience suivante montre l'influence de l'action chimique dans ces sortes de phénomènes : si l'on fait brûler un fragment de soufre à l'une des extrémités d'un fil de cuivre qui forme le circuit d'un galvanomètre, et que l'on pose l'autre bout dessus, au moment où la combustion est dans toute sa force, le courant électrique qui a lieu alors est des plus énergiques et plus intense que celui qui provient d'une simple différence de température.

Soit maintenant un tube recourbé en *U*, contenant une dissolution de nitrate ou de sulfate de cuivre ; on plonge dans chaque branche un fil de cuivre qui communique à l'un des bouts du fil formant l'appareil que je viens de décrire ; après une heure d'expérience, le bout qui correspond au côté négatif est recouvert de cuivre précipité à l'état métallique, tandis que l'autre s'est sensiblement oxidé.

Deux fils d'étain, disposés comme les fils de cuivre et plongés dans une dissolution d'hydrochlorate d'étain, donnent les mêmes résultats, c'est-à-dire que le fil qui communique au côté négatif se recouvre de cristaux d'étain.

Les fils de zinc, d'argent et de plomb, plongés dans leurs dissolutions respectives, donnent lieu aux mêmes phénomènes.

Les fils de platine sont sans action sur la dissolution de platine.

Des fils de platine, d'or, d'argent, etc., plongés dans les dissolutions de plomb, d'étain ou de cuivre, et disposés comme ci-dessus, sont absolument sans action sur elles, bien que le courant ait toujours la même intensité.

Néanmoins, quand on plonge deux fils d'argent dans les dissolutions de sulfate et de nitrate de cuivre, le fil positif est toujours attaqué par l'acide, et il ne se forme pas de précipité sur le fil négatif. L'oxigène et l'acide se transportent donc ici plus facilement au pôle positif, que le cuivre au pôle négatif.

Dans le nitrate d'argent, les fils de platine, comme ceux d'argent, produisent un précipité. Seulement il est plus abondant sur le fil d'argent que sur l'autre. On rend sensible cette différence en plongeant en même temps dans la dissolution un fil d'argent et un fil de platine, enroulés l'un sur l'autre.

On voit donc qu'avec des tensions électriques égales, mais excessivement petites, les métaux, facilement réductibles, se précipitent de leurs dissolutions sur des lames de même métal; tandis que la combinaison en général n'est pas dérangée quand ces lames sont d'un autre métal que celui qui entre dans la dissolution, et qu'il n'opère pas de précipité par lui-même, comme le fer plongé dans une dissolution de cuivre. Ce fait remarquable ne peut être observé qu'avec des appareils électriques à très-faibles tensions, attendu que, lorsque cette tension a une certaine énergie, le métal dissous se rend toujours au pôle

négatif, quel que soit le fil ou la lame métallique qui plonge dans la dissolution.

D'où peut donc provenir, dans cette circonstance, la prédilection d'un métal qui est combiné avec un acide, pour une lame de même métal ? On ne voit que la force de cohésion, quelle qu'elle soit, qui puisse avoir ici de l'influence ; car on doit la supposer plus grande pour des molécules semblables, que pour des molécules dissemblables. Dans ce cas, la force d'agrégation, plus celle du courant électrique, détermineraient la précipitation.

Si l'on veut obtenir des effets continus avec l'appareil thermo-électrique, il faut renouveler de temps à autre l'anneau de cuivre, dans lequel passe celui de platine, parce qu'il arrive un point où, le cuivre étant tout-à-fait oxidé, il y a peut-être solution de continuité, et alors les effets chimiques cessent.

Un appareil formé avec un fil de platine et un fil de fer est sans action pour produire des décompositions. Cet effet négatif tient sans doute aux propriétés électriques singulières du fer, dont j'ai parlé dans un précédent Mémoire, et sur lesquelles je reviendrai.

Le contact des liquides et des métaux et les actions chimiques, dégagent assez d'électricité, quoique la tension soit très-faible, pour opérer des décompositions analogues à celles que je viens d'indiquer.

On prend deux très-petits bocaux en verre ; dans l'un on verse de l'acide nitrique, et dans l'autre une dissolution de potasse, et on établit la communication entr'eux, au moyen d'un tube recourbé en verre, d'un petit diamètre, rempli d'une dissolution d'hydrochlo-

rate de soude, puis l'on plonge dans chaque liquide une lame de platine fixée à l'extrémité d'un fil de même métal. On fixe ensuite, à chaque extrémité libre des fils de platine, un fil du métal que l'on veut soumettre à l'expérience. La lame, en contact avec l'alcali, prend l'électricité négative, et celle qui est dans l'acide, l'électricité positive; on a donc une pile permanente, si l'on a l'attention de fermer les flacons, pour éviter l'évaporation et l'action de l'air sur l'alcali.

On peut encore substituer à la potasse de l'eau, et plonger dans chaque bocal un fil de cuivre; il y a alors action chimique et courant électrique du cuivre à l'acide, comme s'il y avait simplement contact. Le courant est assez fort pour produire des décompositions semblables à celles que j'ai citées plus haut.

§ II. *Analyse des Phénomènes décrits précédemment.*

Il s'agit maintenant de reconnaître si, dans le mode de décomposition que je viens d'indiquer, l'oxigène et l'acide se rendent au pôle positif, comme dans la pile ordinaire. Le fil qui communique au pôle négatif se recouvre bien de métal, mais rien ne prouve encore que l'oxigène et l'acide se transportent au pôle positif.

J'ai déjà montré plus haut que, lorsqu'on plongeait dans une dissolution de nitrate de cuivre deux fils d'argent en communication l'un et l'autre avec l'appareil de décomposition, le bout positif s'altérait sensiblement, tandis que l'autre restait toujours brillant dans la dissolution, sans qu'on pût apercevoir sur sa surface aucune trace de cuivre précipité à l'état métallique.

Le cuivre est donc resté dans la dissolution ; ainsi il n'y a pas eu transport des deux élémens qui forment le nitrate.

Soient maintenant deux petits vases en verre, de forme cylindrique, l'un renfermant une dissolution de nitrate de baryte et l'autre une dissolution de cuivre : on établit la communication entr'eux au moyen d'un tube recourbé d'un petit diamètre, renfermant une dissolution légère de sel marin, pour que le transport de l'électricité puisse se faire aisément. On plonge dans le sulfate le fil de cuivre qui correspond au côté négatif de l'appareil, et dans le nitrate de baryte l'autre fil. Il est bien évident que, si l'acide sulfurique se rend au pôle positif en traversant la dissolution de nitrate, il se combinera avec la baryte et formera un précipité.

Or, il n'en est pas ainsi ; car, après quatre ou cinq heures d'expérience, le bout négatif est recouvert de cuivre, la dissolution du nitrate de baryte ne s'est pas troublée et le bout positif s'est oxidé. Ainsi il n'y a eu transport que de l'oxigène, et l'acide sulfurique est resté dans le sulfate. Je conclus de là que l'oxigène est plus facilement transportable que l'acide. Cette différence dans la faculté de transport de différens corps ne peut être aperçue qu'en diminuant suffisamment la conductibilité électrique des liquides, qui sépare les deux bouts de fils de métal qui plongent dedans ; car, dans le cas où deux bouts de fils de cuivre se trouvent, à peu de distance l'un de l'autre, dans une dissolution de sulfate de cuivre, le bout positif s'altère peu à peu, comme s'il était rongé par un acide, et finit par dispa-

raître entièrement, ce qui indique bien que l'acide sulfurique s'y est transporté : il se passe alors dans la dissolution une suite continuelle de décompositions et de recompositions. Mais si les deux bouts, au moyen d'un grand tube recourbé rempli d'une dissolution du même sel, se trouvent à une distance de 2 à 3 décimètres, il y a alors précipitation assez abondante de métal au pôle négatif, et transport seulement de l'oxigène au pôle positif; car le bout est comme désagrégé. On voit donc que la distance à laquelle sont placés les fils a une grande influence sur les phénomènes de décomposition produits avec de l'électricité à très-petite tension.

Après avoir exposé, autant qu'il m'a été possible, tout ce qui est relatif aux effets chimiques dûs à l'électricité à petite tension, je vais rapporter encore plusieurs faits qui pourront servir à jeter quelque jour sur ce mode d'action.

Les acétates et sous-acétates de plomb sont aussi décomposés par les fils de plomb; mais l'acétate de cuivre, la dissolution saturée du même métal dans l'ammoniaque, ainsi que le sulfate double de cuivre et d'ammoniaque, résistent à l'action de l'électricité à petite tension, lorsqu'on plonge dans leurs dissolutions des fils de cuivre; ces remarques ont quelque importance, puisque ces sels sont plus facilement décomposables que les autres par les procédés ordinaires de la chimie.

(La suite de ce Mémoire sera publiée incessamment, avec un nouveau travail de M. Becquerel.)

NOUVEL *Acide produit par l'action mutuelle de l'acide sulfurique et de la naphtaline.*

PAR M. FARADAY.

EN faisant un mélange d'environ parties égales de naphtaline pure et d'acide sulfurique concentré, qu'on laisse exposé, pendant une demi-heure, à l'action d'une chaleur modérée, et qu'on traite ensuite par l'eau, on obtient en dissolution dans ce liquide un acide particulier qui paraît une simple combinaison de l'acide sulfurique avec un hydrure de carbone, et qu'on peut amener à l'état solide par une évaporation ménagée. On n'observe point de dégagement d'acide sulfureux pendant l'action de l'acide sulfurique sur la naphtaline. Le nouvel acide ayant la propriété de former un sel soluble avec la baryte, on le sépare facilement de l'acide sulfurique avec lequel il peut être mêlé, au moyen de la baryte ou de son carbonate. Il existe deux sulfates de cette base, inégalement solubles, qui ne diffèrent probablement que par la quantité de matière combustible qu'ils renferment ou par la manière dont elle est combinée avec l'acide.

Le nouvel acide, qu'on obtient facilement en décomposant, par l'acide sulfurique, le sel qu'il forme avec la baryte, a une saveur amère, acide; par l'évaporation il acquiert une couleur brune, devient épais et se prend ensuite, par le refroidissement, en une masse solide très-déliquescente. A une température plus élevée, il produit de l'acide sulfurique et de l'acide sulfureux, et laisse un résidu charbonneux. Concentré dans le vide avec l'acide sulfurique, il donne une masse solide

blanche, qui au bout d'un certain temps devient dure et fragile. Cet acide solide se fond au-dessous de 100°, et, par le refroidissement, il s'y forme des centres de cristallisation; mais finalement il se reprend entièrement en masse. Chauffé plus fortement, sa couleur se fonce, et il donne de la naphtaline et de l'acide sulfureux; le résidu est charbonneux et contient encore du nouvel acide, à moins que le chaleur n'ait été élevée au rouge.

Il forme, avec toutes les bases, des sels neutres solubles dans l'eau. Avec la baryte, on obtient, comme on l'a déjà remarqué, deux sels qui sont inégalement solubles, et que l'on peut séparer l'un de l'autre par des lavages convenables. Le plus soluble ne peut être obtenu, à l'état solide, qu'en touffes imparfaitement cristallines, si l'évaporation a été très-lente, ou en une masse granuleuse sans consistance, par le refroidissement rapide de sa dissolution saturée; la saveur en est amère. Il est très-soluble dans l'eau et dans l'alcool, et brûle sur une feuille de platine, lorsqu'on le chauffe dans l'air, avec une flamme brillante accompagnée de fumée, comme la naphtaline. Il peut être obtenu facilement anhydre, et il supporte une température assez élevée avant de se décomposer. L'autre sel, ou le moins soluble, se présente en petits groupes formés de cristaux prismatiques sans couleur et transparens; il n'a presque pas de saveur, et n'est pas à beaucoup près aussi soluble que le premier, soit à froid, soit à chaud. Il est soluble dans l'alcool. Il ne donne, en brûlant sur la feuille de platine, que très-peu de flamme, et se comporte plutôt comme l'amadou. Ce sel est parfaitement neutre; il n'a

pas été possible de l'obtenir en traitant le sel soluble par la baryte. L'un et l'autre sels donnent, en se décomposant par la chaleur, de la naphtaline; mais le soluble beaucoup plus que celui qui l'est très-peu.

100 parties de sel soluble anhydre laissent, par la combustion et la calcination, 41,714 de sulfate de baryte, représentant 27,57 de baryte : en chauffant le sel avec un mélange de carbonate de baryte et de peroxide de cuivre, et en traitant ensuite par l'eau régale, on obtient 89 p. de sulfate de baryte, c'est-à-dire, une quantité un peu plus grande que le double de la précédente; et par conséquent le sel renferme environ deux fois plus de soufre qu'il n'en faut pour saturer la baryte à l'état de sulfate.

Une autre portion de sel, analysée par l'oxide de cuivre, n'a donné que de l'eau et de l'acide carbonique. Il est composé de la manière suivante, sur 100 parties :

Baryte.	27,57	ou	1 atome.
Acide sulfurique. . . .	30,17		2 at. environ.
Carbone.	41,90		20
Hydrogène.	2,877		8
	102,517		

100 parties du sel moins soluble et moins inflammable que le précédent, desséchées à 225°, ont donné les résultats suivans :

Baryte.	28,03	ou	1 atome.
Acide sulfurique. . .	29,13		2 at. à-peu-près.
Carbone.	42,40		20 at. à-peu-près.
Hydrogène.	2,66		7,4
	102,22		

résultats qui ne sont pas très-différens des précédens.

On n'a pu réussir à former des composés analogues avec l'acide phosphorique et l'acide muriatique. Une forte dissolution de potasse chauffée avec la naphtaline, et ensuite saturée par l'acide sulfurique, n'a donné que du sulfate de potasse. Je propose de donner au nouvel acide le nom d'*acide sulfo-naphtalique*.

(Extrait des *Trans. phil.* pour 1826.)

Obs. du Rédacteur. Quoique M. Faraday ait avancé, dans son Mémoire, qu'il était possible que le nouvel acide fût une combinaison de l'acide hypo-sulfurique de MM. Welter et Gay-Lussac avec un hydro-carbure, il s'arrête néanmoins à l'opinion que c'est l'acide sulfurique qui entre dans son acide, et que la matière végétale a diminué de moitié sa capacité de saturation; puisque le sel de baryte contient, comme on l'a vu, deux proportions d'acide pour une d'alcali. Mais précisément cette circonstance et l'excès de poids que M. Faraday a obtenu dans l'analyse du sel de baryte rendent extrêmement probable à nos yeux que l'acide sulfo-naphtalique est analogue à l'acide sulfo-vinique, et qu'il est une combinaison de l'acide hypo-sulfurique avec une matière végétale que forme la naphtaline, en cédant un atome d'hydrogène à un atome d'oxigène de l'acide sulfurique. Au reste, cet objet exige encore de nouvelles recherches.

Sur *les Battitures de fer.*

Par Mr. C. G. Mosander.

M. Berthier, en examinant les battitures de fer (qu'il a regardées comme homogènes, quoiqu'il dise que le plus souvent elles se composent de deux couches parallèles de texture différente), avait trouvé qu'elles sont un nouvel oxide qu'on pouvait considérer comme formé de 2 atomes de protoxide et de 1 atome de peroxide (xxvii. 19 de ce Journal.) Mais M. Mosander, ayant à sa disposition des battitures provenant d'une barre de fer exposée pendant quarante-huit heures à une chaleur rouge, et dans lesquelles on distinguait deux couches bien caractérisées, les a soumises à l'analyse et leur a trouvé une composition différente. Suivant lui, et en prenant la moyenne des trois analyses qu'il a faites,

	La couche extérieure est formée de		La couche intérieure est formée de	
Protoxide.	64,97 oxig.	14,79	74,21 oxig.	16,90
Peroxide..	34,65	10,63	34,77	7,56
Silice....	0,38	0,20	1,02	0,53
	100,00		100,00	

En faisant abstraction de la silice et du protoxide de fer qui forme avec elle un silicate, l'oxigène du protoxide, dans la couche extérieure, est à celui du peroxide

:: 4 : 3, et dans la couche intérieure :: 2 : 1. On peut, par conséquent, représenter la composition de la couche extérieure par 2 atomes de protoxide et 1 de peroxide, et celle de la couche intérieure par 3 atomes de protoxide et 1 de peroxide. La composition de la première coïncide exactement avec celle donnée par M. Berthier pour les battitures entières ; coïncidence qui peut s'expliquer par l'impureté des battitures qui contiennent quelquefois une assez forte proportion de silice.

Après avoir reconnu la composition des deux couches qui forment les battitures, M. Mosander s'est demandé si chacune d'elles était identique dans toute son épaisseur. L'analyse lui a en effet démontré que la partie la plus extérieure de la première couche contenait plus de peroxide que la couche entière, savoir, 52,77, au lieu de 34,65 ; mais la seconde couche, en contact avec le fer, s'est trouvée homogène dans toute sa masse.

Il résulte de là que les battitures ne sont point homogènes ; que la première couche contient d'autant plus de peroxide que l'on approche davantage de sa surface extérieure ; mais que la seconde couche est homogène, et peut être considérée comme formée par la réunion de 3 atomes de protoxide avec 1 atome de peroxide.

(*Annalen der Physik.*, vol. LXXXII, p. 35.)

Sur *les Combinaisons du Phosphore avec l'Hydrogène et les métaux.*

Par M. Henri Rose (1).

Ce Mémoire a pour objet la composition de l'hydrogène phosphuré qui s'enflamme au contact de l'air; celle de l'hydrogène phosphuré que l'on obtient en chauffant l'acide phosphoreux ; les combinaisons du phosphore avec les métaux, et enfin, la nature des précipités que l'hydrogène phosphuré produit dans les dissolutions des métaux facilement réductibles.

De l'Hydrogène phosphuré qui s'enflamme au contact de l'air.

Ce gaz a été retiré du mélange du phosphore avec l'hydrate de chaux en poudre sèche. Le phosphore doit être en très-petite proportion relativement à la chaux. La cornue renfermant le mélange a été chauffée d'abord à l'eau bouillante, et ensuite avec une petite lampe à esprit-de-vin. On a desséché le gaz en le faisant passer

---

(1) M. Rose a publié la première partie du travail dont nous donnons ici l'extrait dans le deuxième Cahier des *Annalen der Physik* de 1826. Nous attendions, pour le faire connaître, la deuxième partie; mais les recherches de M. Dumas sur le même sujet, parvenues à la connaissance de M. Rose, l'ayant déterminé à répéter quelques-unes de ses expériences, il n'a donné la suite de son travail que dans le Cahier d'octobre, qui vient seulement de nous arriver.

dans un tube rempli de chlorure de calcium. Au commencement de l'opération, il est presque tout-à-fait pur; mais, vers la fin, lorsque la température est trop élevée, il est mêlé avec de l'hydrogène, ce qui fait qu'il ne s'enflamme plus spontanément à l'air. Dans beaucoup de mes expériences, la présence du gaz hydrogène libre était indifférente; dans d'autres, où elle pouvait ne pas l'être, on n'a point chauffé la cornue assez fortement pour qu'il pût se former une quantité sensible d'hydrogène. Dans ce dernier cas, le résidu contenait du phosphate et de l'hypo-phosphite de chaux; mais, si on chauffait trop fortement, l'hypo-phosphite serait décomposé, et le résidu ne contiendrait que du phosphate.

On obtient des produits semblables en faisant chauffer le phosphore avec du lait de chaux ou une dissolution de potasse. Il arrive seulement que la chaleur ne pouvant être assez élevée pour décomposer l'acide hypophosphoreux, il ne se dégage pas d'hydrogène, et chaque bulle de gaz préparé de cette manière s'enflamme constamment à l'air, à moins qu'elle ne soit mêlée avec une trop grande quantité de vapeur aqueuse.

M. Gay-Lussac a déjà fait l'observation que l'hydrogène phosphuré est décomposé par la chaleur. J'ai constaté que cette décomposition s'opère à une chaleur peu différente du rouge; cependant, à une température plus faible, comme celle que j'ai employée dans la plupart de mes expériences, elle n'a plus lieu.

J'ai essayé si le gaz hydrogène phosphuré s'enflammerait dans l'air à une température très-basse: mais à un degré de froid auquel le mercure se gelait promp-

tement, je n'ai remarqué aucune différence. Le gaz n'a pas non plus changé d'état.

Composition du Gaz hydrogène phosphuré.

Quoique ce gaz soit facilement décomposé à chaud par l'oxide de cuivre, on n'obtient point de résultats satisfaisans. J'ai employé avec plus de succès les chlorures et les sulfures métalliques. Avec les chlorures, il se forme de l'acide hydrochlorique; et comme le phosphore a peu d'affinité pour les métaux, on l'obtient ordinairement isolé du métal qui était combiné avec le chlore. Il n'y a particulièrement que le cuivre, le nickel, le cobalt et le fer dont les phosphures ne soient pas décomposés par la chaleur. Les chlorures des métaux alcalins ou terreux ne décomposent pas l'hydrogène phosphuré, même au degré de chaleur où le verre commence à se ramollir.

Les sulfures métalliques sont décomposés comme les chlorures par l'hydrogène phosphuré; il leur faut seulement plus de temps.

2,551 grammes de perchlorure de cuivre parfaitement desséché ont été chauffés dans un appareil convenable avec le gaz hydrogène phosphuré, à une température telle qu'elle fût insuffisante pour décomposer seule le gaz ou le chlorure. La réaction s'est manifestée aussitôt, et il s'est formé de l'acide hydrochlorique et du phosphure de cuivre. Le gaz hydrogène phosphuré, qui se desséchait en passant sur du chlorure de chaux, se dégageait si lentement que l'opération a duré trois heures. L'acide hydrochlorique a été reçu dans de l'am-

moniaque, et l'on a pris toutes les précautions nécessaires pour n'en pas perdre. Le poids du phosphure de cuivre qu'on a obtenu a été de 1g,598 ; et comme 2g,251 de perchlorure de cuivre contiennent 1g,204 de cuivre, il en résulte que le phosphure est formé de

75,34 cuivre ;
24,66 phosphore ;

100,00 ;

composition qui peut être représentée par 2 atomes de phosphore et 3 de cuivre ; car, dans cette supposition, le phosphure contiendrait :

75,16 de cuivre ;
24,84 de phosphore.

Or, le chlore du perchlorure de cuivre ayant dû nécessairement se combiner, pour former de l'acide hydrochlorique, avec une quantité d'hydrogène proportionnelle à la sienne, on a, pour la composition de l'hydrogène phosphuré, 2 atomes de phosphore et 3 d'hydrogène, ou, sur cent,

Phosphore, 91,32 ;
Hydrogène, 8,68.

Ce résultat a été confirmé par la détermination de l'acide hydrochlorique qui avait été reçu dans l'ammoniaque, et par l'analyse directe du phosphure de cuivre.

La seule objection qu'il soit possible de faire contre cette composition de l'hydrogène phosphuré est celle-ci : que le chlorure de cuivre aurait pu être décomposé

par l'hydrogène phosphuré, de manière qu'il se serait dégagé de l'hydrogène avec l'acide hydrochlorique; mais on verra plus tard que cette objection n'est pas fondée.

Le gaz hydrogène phosphuré a aussi été analysé au moyen du proto-chlorure de cuivre, préparé en décomposant le perchlorure par la chaleur. 1g,982 de proto-chlorure, contenant 1,271 de cuivre, ont produit 1g,457 de phosphure de cuivre; par conséquent, ce phosphure est formé, sur cent parties, de

Cuivre,	87,23;
Phosphore,	12,77.

Si l'on suppose que ce phosphure soit composé de 1 atome de phosphore et de 3 de cuivre, on trouve, pour cent parties,

Cuivre,	85,82;
Phosphore,	14,18.

La différence de ces deux résultats est plus grande que dans la première expérience; mais elle s'explique par cette circonstance, que l'hydrogène phosphuré, dans la dernière, était mêlé avec de l'hydrogène qui a réduit une petite quantité de chlorure.

Pour éviter cette cause d'erreur, j'ai traité l'hydrogène phosphuré par le sulfure de cuivre, qui, n'étant pas attaqué par l'hydrogène pur, promettait un résultat plus exact. Le sulfure avait été préparé en faisant rougir deux fois de suite des tournures de cuivre avec du soufre, et avait ensuite été chauffé dans une atmosphère d'hydrogène. 1g,136 de ce sulfure, exposés à

l'action de l'hydrogène phosphuré, ont été attaqués plus lentement que le chlorure : on a obtenu 1g,046 de phosphure de cuivre; et comme 1g,136 de sulfure contiennent 0g,906 de cuivre, il en résulte que le phosphure de cuivre est composé de

Cuivre,	86,61 ;
Phosphore,	13,39 ;

résultat qui s'accorde mieux avec le calcul que celui qu'a donné le chlorure de cuivre au *minimum*.

1g,3555 de sulfure de nickel pur, obtenu en chauffant l'éponge de nickel avec le soufre, ont produit 1g,2125 de phosphure de nickel, composés de 0g,878 de métal et de 0g,3345 de phosphore, ou sur 100 de

Nickel,	72,41 ;
Phosphore,	27,59.

En supposant que ce phosphure soit formé de 2 atomes de nickel et de 3 de phosphore, on aurait:

Nickel,	73,87 ;
Phosphore,	26,13.

La différence entre ces deux résultats doit être attribuée incontestablement à ce que le sulfure de nickel contenait un petit excès de soufre, comme tous les sulfures préparés de la manière accoutumée, lequel excès ne peut être chassé par la chaleur même la plus violente.

Le chlorure de nickel est facilement décomposé par l'hydrogène phosphuré, mais il n'a point donné de résultat exact, à cause de l'eau qu'il contenait, quoi-

que j'eusse mis tous mes soins à le dessécher. 1g,087 de chlorure de nickel ont produit 0g,638 de phosphure.

1g,089 de pyrite martiale cristallisée, réduite en poudre, étant traités par l'hydrogène phosphuré à une chaleur insuffisante, dans le commencement, pour dégager du soufre, ont donné 0g,907 de phosphure de fer ; et comme 1g,089 de pyrite martiale contiennent 0g,4981 de métal, il en résulte que le phosphure obtenu est composé, sur 100, de

Fer,	54,92 ;
Phosphore,	45,08.

Ce phosphure, analysé directement, a donné :

Fer,	56,87 ;
Phosphore,	43,13.

Or, la pyrite étant composée de 1 atome de fer et de 2 de soufre, il doit résulter de son traitement par l'hydrogène phosphuré, formé comme je l'ai établi plus haut, un phosphure de fer contenant 4 atomes de phosphore et 3 de fer, ou

Fer,	56,47 ;
Phosphore,	43,53.

On voit par conséquent que tous ces résultats donnent au gaz hydrogène phosphuré, spontanément inflammable à l'air, la composition trouvée plus haut, 2 atomes de phosphore et 3 d'hydrogène

Sur *le gaz que l'on obtient en décomposant par la chaleur l'acide phosphoreux* (1).

On a supposé généralement que cet hydrogène phosphuré, qui ne s'enflamme pas spontanément à l'air, contenait moins de phosphore que celui dont il vient d'être question; mais mes expériences vont prouver tout le contraire.

L'acide phosphoreux dont je me suis servi pour la préparation du gaz hydrogène phosphuré non inflammable à l'air, provenait de la décomposition par l'eau du chlorure de phosphore liquide.

Le gaz hydrogène phosphuré, après avoir été desséché, a été conduit sur du perchlorure de cuivre chauffé à une température assez modérée pour n'en point dégager de chlore. La décomposition de ce chlorure s'est effectuée plus rapidement par l'hydrogène non inflammable à l'air que par l'autre; il s'est même formé de l'acide hydrochlorique sans le secours de la chaleur. L'acide hydrochlorique a été reçu dans une dissolution d'ammoniaque, et l'opération a été continuée jusqu'à ce qu'on n'ait plus aperçu aucune vapeur de sel ammoniac.

1g,529 de perchlorure de cuivre, dans lesquels il y a 0g,722 de métal, ont produit 1g,202 de phosphure de cuivre. Ce phosphure est par conséquent composé de

(1) C'est ici que commence la seconde partie du Mémoire de M. Rose, imprimée dans le Cahier d'octobre des *Annalen der Physik*.

Cuivre, 60,07;
Phosphore, 39,93;

ou bien de 4 atomes de phosphore et de 3 de cuivre; car dans cette supposition on trouve :

Cuivre, 60,21;
Phosphore, 39,79.

Il résulte de là que l'hydrogène phosphuré est formé de

Phosphore, 95,46;
Hydrogène, 4,54;

ou de 4 atomes de phosphore et de 3 d'hydrogène.

Une seconde expérience a donné un phosphure de cuivre composé de

Cuivre, 61,95;
Phosphore, 39,79.

Quoique ce résultat ne soit pas tout-à-fait d'accord avec celui de l'expérience précédente, il n'en confirme pas moins la composition assignée à l'hydrogène phosphuré. Cependant une troisième expérience avec le persulfure de fer m'ayant donné pour le phosphure de fer,

Fer, 46,83;
Phosphore, 53,17;

tandis que, d'après la supposition où l'hydrogène phosphuré serait composé de 4 atomes de phosphore et de 3 d'hydrogène, j'aurais dû trouver :

Fer, 39,34;
Phosphore, 60,66;

je vis clairement que l'hydrogène phosphuré devait avoir une composition variable, et j'en ai acquis la preuve par plusieurs autres expériences.

Comme il était vraisemblable que l'hydrogène phosphuré ne conservait pas la même composition aux diverses époques de la décomposition de l'acide phosphoreux, je cherchai à m'en assurer. Je décomposai peu à peu par la chaleur l'acide phosphoreux provenant de 9 onces de proto-chlorure de phosphore, et je fis passer le gaz hydrogène phosphuré sur de petites quantités de perchlorure de cuivre soumises successivement à son action, à mesure que chacune d'elles était changée en phosphure. Onze portions de perchlorure de cuivre ont été ainsi converties complètement en phosphure, et on aurait encore pu opérer sur un plus grand nombre de portions, si l'acide phosphorique qui s'était produit n'eût corrodé la cornue, et n'eût forcé de mettre fin à l'expérience. Voici les résultats qui ont été obtenus :

ORDRE de chaque décomposition.	PERCHLORURE de cuivre employé.	PHOSPHURE de cuivre obtenu.	COMPOSITION SUR CENT.	
			Cuivre.	Phosphore.
1	g. 0,6855	g. 0,4505	71,81	28,19
2	1,077	0,76	66,88	33,12
3	0,5855	0,3775	73,22	26,78
4	0,7085	0,4465	74,89	25,11
5	0,7805	0,495	74,42	25,58
6	0,7625	0,4935	72,93	27,07
7	0,960	0,626	72,38	27,62
8	0,311	0,2485	59,07	40,93
9	0,319	0,2265	66,49	33,51
10	0,460	0,3145	69,03	30,97
11	0,905	0,5845	73,09	26,91

On voit, par cette table, combien est variable la composition du gaz hydrogène phosphuré provenant de l'acide phosphoreux. Quoiqu'on n'ait employé que la température la plus basse nécessaire pour décomposer cet acide, il s'est développé, dans plusieurs périodes, un gaz qui ne contenait que très-peu de phosphore de plus que celui que l'on obtient en traitant ce corps combustible par les alcalis hydratés (1).

Il est évident que, lorsqu'il se dégage de l'acide phosphoreux hydraté un gaz plus riche en phosphore, beaucoup d'eau doit échapper à la décomposition ; et qu'au contraire, plus le gaz est pauvre en phosphore, plus la quantité d'eau décomposée est grande. Moins aussi il se forme d'acide phosphorique, plus le gaz doit avoir de densité et contenir de phosphore. Il m'a paru vraisemblable que, à une chaleur élevée, il s'échappait beaucoup d'eau sans être décomposée, et qu'on devait obtenir un gaz plus chargé de phosphore. Il est pos-

(1) Les irrégularités des nombres du tableau précédent ne sont point une preuve que le gaz hydrogène phosphuré en ait eu de semblables dans sa composition. En effet, ces irrégularités sont tantôt dans un sens, tantôt dans un autre; et, d'après la 3e et la 11e opérations, le gaz contiendrait la même quantité de phosphore. Nous sommes plus portés à croire qu'elles dépendent bien moins de la nature variable du gaz que de la méthode d'analyse employée par M. Rose. Il est très-possible, par exemple, que la durée de chaque expérience n'ait pas été relativement la même, que le dégagement du gaz ait été plus ou moins rapide, et que ces circonstances aient beaucoup influé sur les résultats. R.

sible d'en fournir la preuve en chauffant dans une retorte un poids connu d'acide phosphoreux hydraté dont on connaisse l'acide réel, et en déterminant la quantité d'acide phosphorique qui reste, celle de l'eau qui se dégage sans décomposition, et enfin celle du gaz hydrogène phosphuré qu'on peut obtenir facilement par la perte de poids. Mais, avant tout, il est nécessaire de savoir si l'acide phosphorique chauffé au rouge est un hydrate, ou s'il ne contient point d'eau.

M. Dulong a trouvé que cet acide contient 17,08 pour cent d'eau ; mais il est très-possible d'obtenir, par la méthode qu'il a suivie, plus d'eau que n'en contient réellement l'acide phosphorique ; car, après l'avoir saturé avec l'ammoniaque, il l'a précipité par le nitrate de baryte ; et les phosphates ainsi que les arséniates, qui sont insolubles dans l'eau, ne le sont point dans les dissolutions d'autres sels, et particulièrement dans celles des sels ammoniacaux, lorsqu'auparavant ils n'ont pas été calcinés jusqu'au rouge. C'est surtout vrai pour le phosphate de baryte.

Pour déterminer la quantité d'eau contenue dans l'acide phosphorique chauffé fortement dans un creuset de platine, j'ai combiné un poids connu de cet acide avec de l'oxide de plomb en excès, et j'ai fait rougir le composé. Quatre expériences m'ont donné 7,30, 9,41, 9,48, 9,43 d'eau dans 100 d'acide.

Quoique les résultats des trois dernières soient bien d'accord, ils sont peu vraisemblables ; car l'acide contiendrait 6 fois l'oxigène de l'eau. Si, au lieu de 6 fois, c'était 5, l'acide serait composé de 1 atome d'eau et de 1 atome d'acide réel, et il contiendrait 11,19 d'eau

pour 100 ; mais ce résultat s'éloigne trop de celui qu'a donné l'expérience, pour mériter une grande confiance.

Cependant, comme il était nécessaire pour les essais projetés de savoir si l'acide phosphorique qui aurait été fondu dans une retorte de verre contiendrait la même quantité d'eau que l'acide pur, j'ai pris l'acide provenant de la décomposition de l'acide phosphoreux dans une retorte de verre, et, après l'avoir chauffé fortement dans un creuset de platine, je l'ai combiné avec de l'oxide de plomb. 0g,437 de cet acide et 3g,273 d'oxide ont pesé, après avoir été chauffés au rouge, 3g,708. On peut par conséquent prendre cet acide impur pour tout à fait anhydre : il ressemblait à de l'émail ; il tombait cependant en déliquescence à l'air, quoique plus lentement que s'il eût été pur ; mais il ne se dissolvait pas entièrement dans l'eau.

Quand on décompose l'acide phosphoreux par la chaleur, dans une retorte de verre, il est très-difficile de recueillir tout l'acide phosphorique qui provient de cette décomposition, en raison de sa volatilité ; néanmoins, en se servant d'une petite retorte de verre à col très-étroit, la perte de l'acide est très-petite et peut être négligée.

3g,625 d'acide phosphoreux hydraté ont donné, par leur décomposition par la chaleur, 2g,596 d'acide phosphorique et 0g,706 d'eau ; le poids de l'hydrogène phosphuré s'est par conséquent élevé à 0g,323. En ramenant à 100, on a les résultats suivans :

Gaz hydrogène phosphuré,	8,91 ;
Eau qui s'est dégagée,	19,47 ;
Acide phosphorique,	71,62.

Dans une autre expérience semblable, mais dans laquelle on a chauffé l'acide phosphoreux plus brusquement et plus fortement, on a obtenu :

Gaz hydrogène phosphuré,	10,27 ;
Eau,	21,69 ;
Acide phosphorique,	68,04.

Quoique ces deux résultats ne puissent prétendre à la plus grande exactitude, ils peuvent servir à montrer que l'hydrogène phosphuré qui ne s'enflamme pas à l'air, contient plus de phosphore que celui qui s'y enflamme spontanément.

L'acide phosphoreux employé contenait 27,54 pour 100 d'eau. Ce résultat obtenu par une méthode peu directe, n'est peut-être pas très-exact ; mais il ne doit pas non plus s'éloigner beaucoup de la vérité. 72,46 parties d'acide phosphoreux sec, contenues dans 100 d'acide hydraté, sont composées de 41,06 de phosphore et de 31,40 d'oxigène. Dans la première expérience, 8,07 d'eau (27,54 — 19,47) ont été décomposées, et ont fourni 7,18 d'oxigène et 0,89 d'hydrogène ; l'acide phosphorique formé devait donc contenir 31,40 + 7,18 = 38,58 d'oxigène, et par l'expérience, j'ai obtenu 71,62 d'acide phosphorique dans lesquelles il y a 40,13 d'oxigène. Mais puisque 38,58 d'oxigène se combinent seulement avec 30,28 de phosphore pour former de l'acide phosphorique, il faut que le restant 10,78 (41,06 — 30,28) se soit combiné avec les 0,89 d'hydrogène pour former l'hydrogène phosphuré. Ce gaz, d'après les résultats qui précèdent, serait donc composé de

Phosphore, 92,37;
Hydrogène, 7,63.

D'après la deuxième expérience, dans laquelle on avait employé une chaleur plus intense pour décomposer l'acide phosphoreux, le gaz hydrogène phosphuré qui s'est dégagé serait composé de

Phosphore, 95,00;
Hydrogène, 5,00.

On voit que, quoique ces résultats ne puissent être considérés comme très-exacts, puisque l'eau contenue dans l'acide phosphoreux n'avait pas été déterminée avec précision, ils prouvent cependant ce qu'on avait voulu leur faire prouver.

Cinq autres expériences sur la décomposition de l'acide phosphoreux hydraté par la chaleur, faites dans l'intention de connaître le rapport du gaz hydrogène phosphuré à l'acide phosphorique, ont donné les résultats suivans :

Dans la 1re expérience, le poids de l'hydrogène phosphuré a été à celui de l'acide phosphorique........ ::	1 : 6,97;
2e...........................	1 : 8,36;
3e...........................	1 : 8,55;
4e...........................	1 : 5,97;
5e...........................	1 : 6,88;

nouvelle preuve de la composition variable du gaz hydrogène phosphuré obtenu par la décomposition de l'acide phosphoreux.

J'ai fait quelques essais pour ôter au gaz hydrogène phosphuré, obtenu avec le phosphore et les alcalis, la propriété de s'enflammer spontanément, en cherchant à combiner avec l'hydrogène une plus grande quantité de phosphore; mais je n'ai pu y réussir.

Je crois avoir suffisamment prouvé, par ce qui précède, que le gaz hydrogène phosphuré qui ne s'enflamme pas spontanément à l'air, contient plus de phosphore que celui qui s'enflamme : ce gaz ne peut par conséquent être confondu, comme on l'a fait jusqu'à présent, avec celui que l'on obtient en décomposant l'hydrogène phosphuré, spontanément inflammable, et en lui enlevant du phosphore. Il me paraît également incontestable que le gaz provenant de la décomposition de l'acide phosphoreux n'a point de proportions fixes, mais qu'il est un mélange dont je me réserve de faire connaître plus tard la nature.

Supplément. Avant de déterminer, par la méthode que j'ai indiquée plus haut, la quantité d'eau contenue dans l'acide phosphorique, j'avais fait usage de la suivante : je mêlais l'acide phosphorique, en dissolution dans l'eau, avec une quantité considérable, connue, de chlorure de baryum également en dissolution dans l'eau, et le tout était évaporé dans un creuset de platine et chauffé jusqu'à fusion, en ajoutant des morceaux de carbonate d'ammoniaque pour être plus sûr que l'acide hydrochlorique, séparé par l'acide phosphorique, était entièrement dégagé. La masse rougie était ensuite traitée par l'eau, et l'on déterminait la quantité de chlorure de baryum qui n'avait pas été décomposée, soit par l'acide sulfurique, soit par le nitrate d'argent. Il

était ensuite facile de calculer le poids de la baryte contenue dans le phosphate de baryte, et en même temps celui de l'acide phosphorique.

J'avais cru d'abord cette méthode plus sûre, pour déterminer l'eau de l'acide phosphorique, que celle fondée sur l'emploi de l'oxide de plomb; je m'en étais même servi pour plusieurs recherches, lorsque je me suis aperçu que le phosphate de baryte obtenu, quoique lavé jusqu'à ce que l'eau ne troublât plus le nitrate d'argent, contenait cependant encore une quantité remarquable de chlorure de baryum. Il devait par conséquent s'être formé une combinaison particulière de phosphate de baryte et de chlorure de baryum dont il était intéressant de connaître les proportions; mais l'analyse que j'en ai faite m'a montré qu'elle était très-variable.

Chlorure de baryum,	13,84	10,51	3,68;
Baryte,	57,07	66,40	60,14;
Acide phosphorique,	29,09	23,09	36,18.

(*La suite aussitôt que nous l'aurons reçue.*)

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi, 18 *décembre* 1826.

MM. Audouin et Milne Edwards remettent sur le bureau un travail relatif à la circulation dans les crustacés; un inconnu adresse un Mémoire sur le mode

d'éclairer le terrain dans les cartes topographiques ; M. Deleau annonce avoir inventé depuis long-temps un instrument analogue à celui que M. Ségalas a proposé pour rétablir l'ouïe dans plusieurs cas de surdité.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire lit une Note sur l'identité des deux espèces d'ornithorinques admises par plusieurs naturalistes.

M. Magendie donne lecture de la deuxième partie de son Mémoire sur le liquide qui se trouve dans le crâne et dans l'épine dorsale de l'homme et des mammifères.

M. Ménard de la Groye lit une Note sur une apparence très-singulière que présente la coupe transversale du pin maritime aux endroits verticellés.

M. Navier, au nom d'une Commission, fait un rapport sur l'appareil de vaporisation par injection de MM. Vernet et Gauwin.

Ces ingénieurs substituent aux chaudières ordinaires, plusieurs tuyaux où l'on n'introduit à la fois que la quantité d'eau nécessaire pour donner la vapeur consommée dans une seule course du piston. L'appareil est moins volumineux, moins pesant et moins coûteux que les chaudières communes ; le danger des explosions y est tout-à-fait nul ; la rupture même des tuyaux ne pourrait donner lieu à aucun accident. Les commissaires ne se sont pas prononcés sur le fait de l'économie du combustible présenté par MM. Vernet et Gauwin comme un des principaux avantages de leur générateur.

Le Ministre de l'Intérieur avait consulté l'Académie au sujet d'un procédé, de l'invention de M. Billot, tendant à reconnaître les tissus de laine pure, et à les faire distinguer des tissus mélangés de fil ou de coton. Ce procédé se

fonde sur la propriété qu'ont les dissolutions alcalines caustiques étendues d'eau, (celles de soude, par exemple); de dissoudre complètement la laine sans attaquer le fil ou le coton; il réussit très-bien sur les étoffes blanches; mais les conclusions auxquelles il conduit, deviennent incertaines, soit lorsque les fils de l'étoffe sont trop chargés de matière colorante soluble; soit lorsque le fil ou le coton, altérés par l'action de la teinture, deviennent solubles eux-mêmes; soit enfin lorsque l'étoffe contient, outre la laine, de la soie ou toute autre matière animale ou végétale soluble dans l'alcali. Le procédé, réclamé par l'Administration dans la vue d'évaluer avec exactitude les primes d'exportation graduées que la loi accorde aux tissus renfermant une plus ou moins grande proportion de laine, n'est donc pas encore découvert.

L'Académie nomme au scrutin un candidat à la place de professeur au Collége de France actuellement vacante par la mort de M. Laënnec; sur 55 votans, M. Magendie réunit 44 suffrages.

M. Girou de Buzareingues a été nommé, dans cette même séance, correspondant de la Section d'Agriculture, à la majorité de 27 voix sur 53.

Séance du lundi, 26 décembre.

L'Académie a reçu : un Mémoire de M. Lenoir fils sur son niveau cercle; un Mémoire de M. Raspail sur un moyen de découvrir les élémens de divers corps sans recourir à l'analyse chimique; des Documens transmis par le Ministre de l'Intérieur, sur une chute d'aéro-

lithe dans le département du Tarn ; une Note de M. Bunten sur ses nouveaux baromètres.

M. Desfontaines rend un compte verbal très-favorable de l'ouvrage sur les conifères de MM. Richard, père et fils.

MM. Thenard et Chevreul font aussi un rapport avantageux sur les Mémoires de MM. Bussy et Lecanu que nous avons déjà publiés, concernant la distillation des corps gras.

M. Adolphe Brongniart lit un Mémoire sur la génération et le développement de l'embryon dans les végétaux phanérogames.

M. Séguin lit une Note extraite d'un grand travail auquel il s'est livré sur la navigation à l'aide de la vapeur.

M. Martius, de Munich, est nommé correspondant de la Section de Botanique.

Séance du 3 *janvier* 1827.

Conformément au réglement, l'Académie procède à l'élection d'un vice-président pour l'année courante : M. Dulong réunit la majorité des suffrages.

M. Heurteloup annonce qu'il avait eu, avant M. Ségalas, l'idée d'un instrument propre à faire voir dans la vessie humaine ; M. Heurteloup propose d'éclairer cet organe au moyen de lampyres. M. Raspail réclame l'antériorité des idées émises par M. Brongniart fils dans le Mémoire lu le 26 décembre. M. D'Hombres Firmas adresse un Mémoire sur la Météorologie.

M. Gambart écrit de Marseille qu'il a découvert une comète, le 27 décembre, dans le Bouvier.

M. Labillardière rend un compte verbal de la Flore générale des environs de Paris de M. Chevallier.

On donne lecture d'un Mémoire de M. Portal sur le siége de l'épilepsie.

M. Fourier lit un Mémoire sur quelques équations transcendantes qui se présentent dans la théorie de la chaleur.

M. Geoffroy communique les résultats de ses recherches concernant un appareil glanduleux récemment découvert en Allemagne dans l'ornithorinque, et faussement regardé, suivant lui, comme une glande mammaire.

M. Blainville, qui s'est occupé aussi de cette question, annonce qu'il partage l'opinion des anatomistes allemands.

M. le capitaine Scoresby est nommé correspondant dans la Section de Géographie.

Séance du 8 janvier.

M. Brongniart fils adresse une réponse à la réclamation de M. Raspail.

M. Gambart envoie les premiers élémens approchés de la nouvelle comète.

On lit un Mémoire de M. Auguste Saint-Hilaire sur les plantes polypétales de la Flore du Brésil.

M. Girard commence la lecture d'un Mémoire sur les grandes routes, les canaux et les chemins en fer.

Les commissaires qui doivent adjuger le prix relatif

la circulation dans les quatre classes d'animaux vertébrés, sont MM. Magendie, Dumeril, Geoffroy, Cuvier et Blainville.

Séance du 16 janvier.

M. Sérullas présente le Mémoire que nous avons déjà publié sur plusieurs composés de brôme; M. Ségalas adresse une Note en réponse à celle de M. Heurteloup, concernant le *speculum* destiné à faire voir dans la vessie; M. Delpech envoie un Mémoire sur la résection de l'os maxillaire inférieur; M. Dutrochet écrit qu'il a reconnu, par de nouvelles expériences, que les phénomènes qui se manifestent lorsque deux liquides hétérogènes sont séparés par une cloison mince et perméable à l'eau, n'appartiennent pas seulement, comme il l'avait d'abord cru, à la nature organique.

M. Geoffroy Saint-Hilaire continue la lecture de son Mémoire sur les organes sexuels des ornithorinques.

M. Dupin communique des Recherches statistiques sur l'instruction et la moralité comparées des divers départemens de la France.

MM. Audouin et Milne Edwards lisent la première partie de leurs Recherches anatomiques et physiologiques sur la circulation dans les crustacés.

La Commission qui doit décerner le prix de mécanique fondé par M. de Monthyon est composée de MM. Prony, Dupin, Molard, Girard et Arago.

Lettre *de M.* Sérullas *concernant la Notice historique publiée par M.* Davy, *sur les phénomènes électro-chimiques.*

En lisant les détails historiques sur la science électro-chimique (*Ann. de Chim. et de Phys.*, tom. XXXIII), j'ai vu que son illustre auteur a cru devoir citer (pag. 315) comme un fait qui s'y lie, le phénomène électrique produit par la pile sur l'amalgame de potassium, et qu'il attribue à M. Herschel les premières expériences qui ont été faites à ce sujet.

Quel que soit le mérite d'avoir fait le premier cette observation, il n'appartient point à M. Herschel, et dans l'intérêt de la vérité, je dois relever cette erreur. Le Mémoire (*the Bakerian lecture*) où cet habile physicien en fait mention, est du 6 janvier 1824, et postérieur de plus de trois ans à la publication de mes Mémoires sur la même matière (1820—1821) (1).

Si le travail de M. Herschel offre de l'intérêt sous plusieurs rapports indépendans de ceux qui me sont propres; s'il a éclairci les doutes sur la cause du phénomène, il n'en est pas moins vrai que ses expériences principales ne sont que les miennes reproduites sous une autre forme. Cette identité est trop évidente pour n'avoir pas fixé l'attention de ceux qui ont lu mes Mémoires; elle n'a pas échappé à M. Faraday, à en juger par l'indication qu'il a donnée à M. Herschel. Celui-ci déclare n'avoir connu mes Mémoires que fort tard; il s'est

---

(1) *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, tome XCI, page 170, et tome XCIII, page 115.

empressé d'en extraire un passage et de le placer à la suite de son travail; mais ce n'est pas le passage entier (*the whole passage*), comme il le dit : c'est un passage entièrement mutilé par la suppression qu'il a faite, au milieu de sa citation, d'une phrase que je vais rétablir à la place des astérisques qui indiquent la lacune; elle est ainsi conçue : *Peut-être y découvrirait-on (dans cette action électrique) quelque rapport avec la décomposition de l'eau par la pile, ou une conséquence de la théorie des combinaisons chimiques de M. Berzelius? Car cette action électrique cesse dès que la combinaison de l'oxigène avec le potassium est achevée.*

Voilà la première hypothèse que j'ai émise sur la cause des phénomènes électriques que j'ai observés; c'est la vraie. M. Herschel la passe sous silence pour venir plus loin, combattre une autre supposition que j'ai faite, celle de l'électrisation par l'hydrogène, sur laquelle il s'appesantit, à laquelle pourtant il ne devait plus apporter aucune attention, puisqu'il avait reconnu la réalité de la première, qui a servi de base à toutes ses recherches. Comment n'a-t-il pas craint qu'on ne fût porté à voir dans la suppression de cette phrase une intention peu équitable de sa part (1)?

---

(1) M. Herschel regrette de n'avoir pu se procurer mon premier Mémoire sur le même sujet; il eût cependant pu le trouver très-près de celui qu'il avait entre les mains, puisqu'il est inséré dans le même *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, tome XCI, page 170. Je dois

Du reste, M. Herschel semble n'avoir pas compris mon Mémoire, ou n'y avoir fait que peu d'attention; car il confond tout, et les phénomènes électriques et les phénomènes mécaniques que j'ai cependant bien distingués. Il est dans une grande erreur relativement aux mouvemens gyratoires des fragmens d'alliage de potassium qui, pour lui, seraient les mêmes que les mouvemens occasionés par les courans; il n'y a pas de doute qu'ils ne soient dus à l'effluve d'hydrogène, et d'une manière analogue à ceux qu'exécute très-rapidement un globule de mercure, placé au fond d'une petite capsule de verre ou de porcelaine, sur lequel on verse de l'acide nitrique.

Avec un peu d'attention, il aurait vu que, comme lui, sauf l'explication, j'ai déterminé des mouvemens avec la pile (1); que je les ai même produits d'une manière bien plus remarquable, très-curieuse et également puissante, par le simple contact des métaux, zinc, fer, cuivre, laiton, étain, argent, bismuth (2).

Il y aurait vu qu'une simple tige métallique, placée au milieu ou sur un point quelconque d'un bain de mercure en action par le potassium ou par un alliage de ce métal, attire autour d'elle l'eau du bain qui s'élève

---

le regretter de mon côté, parce qu'il est à croire qu'étant mieux éclairé sur mon travail, il ne l'aurait pas cité d'une manière inexacte, ce qui m'aurait évité une réclamation.

(1) *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, tome XCI, page 177.

(2) *Idem*, tome XCI, page 176.

au-dessus du niveau (1) (ce que M. Herschel a fait avec la pile, trois ans après moi), au point que, s'il y a peu de liquide, le bain est desséché; phénomènes que je rapportais tous à la présence du potassium que je supposais devoir former une pile; je viens en effet de le prouver par le rétablissement de la phrase supprimée, ôtant ainsi toute possibilité de donner à ma pensée une interprétation arbitraire.

Je dois rappeler ici, comme un fait extrêmement remarquable, la séparation du bismuth opérée par l'amalgame de potassium; fait déjà énoncé dans mes Mémoires (2), mais qui n'a pas fixé l'attention.

Un douze cent millième, et même moins encore, de ce bismuth dissous dans le mercure peut être décélé et rendu visible aussitôt, par l'addition d'une certaine quantité d'amalgame de potassium et d'un peu d'eau : on voit s'élever du sein de la masse une poudre noire, mélange de bismuth et de mercure très-divisés, qui vient se placer à la surface ou qui adhère aux parois du vase au-dessous du mercure.

Le cuivre, le plomb, l'étain, l'argent sont séparés également, mais moins promptement et moins sensiblement à la vue que le bismuth, n'étant point associés, dans leur séparation, à du mercure divisé, comme cela a lieu pour ce dernier (3).

---

(1) *Journal de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*, tome XCI, page 181.

(2) *Idem*, tome XCIII, page 121.

(3) J'avais pensé que cette poudre noire pouvait être un hydrure, la circonstance me paraissant favorable à sa

C'est véritablement un atome, et je ne pense pas qu'il existe en chimie un réactif aussi sensible pour aucun corps, que l'amalgame de potassium, pour reconnaître la présence du bismuth dissous dans le mercure.

Voici comment on doit expliquer cette séparation :

L'amalgame de potassium pur ne se décompose que très-lentement, même au contact de l'air et de l'eau; car l'on peut rendre l'action encore très-sensible, souvent après vingt-quatre heures, en le touchant avec une tige métallique. C'est une combinaison qui, électriquement parlant, ne joue le rôle que d'un seul métal, conséquemment électro-positif, par le potassium qu'elle contient. Mais si un autre métal séparé vient à son contact, l'élément de la pile est constitué, la décomposition est activée; c'est ce qui a lieu dans la séparation du bismuth dissous dans le mercure conjointement avec le potassium. A mesure qu'une molécule de l'eau interposée se décompose au contact du potassium, la molécule d'hydrogène et celle de potasse qui en résultent, placées entre le bismuth et le mercure, ne peuvent pas s'y maintenir dans leur nouvel état; elles écartent les molécules des deux métaux, détruisant ainsi la combinaison, les entraînent avec elles à la surface en raison de la pesanteur spécifique moindre qu'elles ont naturellement, et qui est encore augmentée par l'hydrogène dont elles sont pour ainsi dire enveloppées; car on voit, à l'aide de la loupe, les bulles d'hydrogène, traînant les parcelles métalliques, se porter assez rapidement

---

formation ; mais je ne l'ai pas reconnu, ou, s'il se forme, son existence n'est qu'éphémère.

vers le point où s'établit la pile principale par la réunion du métal séparé.

Le bismuth, qui d'abord, combiné dans l'amalgame, n'a pas d'action, devient, à mesure qu'il est séparé, métal étranger, et forme par chacune de ses molécules une multitude de piles qui rendent la décomposition de l'eau de plus en plus vive, et, pour ainsi dire, tumultueuse. Le mercure fait la plus grande partie de la poudre noire, parce qu'il se trouve dans la combinaison en plus grande proportion que le bismuth, qui n'y existe, dans le cas dont il est ici question, que dans le rapport de $\frac{1}{1,200,000}$.

L'hydrure ammoniacal de potassium et de mercure placé sous une dissolution d'hydrochlorate d'ammoniaque, touché, après un certain temps d'action, sur un point quelconque de sa surface par une tige métallique, se couvre aussi promptement que l'éclair de bulles qui y sont retenues tant que la tige métallique reste en contact.

Ce fait, bien qu'il dépende de la même cause déjà énoncée, mérite d'être signalé par sa singularité, et surtout parce qu'il me semble pouvoir offrir quelque avantage pour étudier ce phénomène.

L'Académie royale des Sciences, dans sa séance du 26 octobre 1824, voulut bien me permettre de reproduire devant elle cette expérience ainsi que la précédente, à l'occasion d'une lecture que j'eus l'honneur d'y faire, et qui se rattachait au même sujet.

Paris, 15 février 1827.

OBJETS DIVERS.

Séparation du fer d'avec le manganèse. M. Quesneville fils propose de séparer l'un de l'autre ces deux métaux en précipitant leur dissolution par l'arséniate de potasse, après l'avoir rendue aussi neutre que possible, et après avoir porté le fer au *maximum* d'oxidation. Le fer seul se sépare à l'état d'arséniate, et le manganèse reste en dissolution.

(*Journal de Pharmacie.*)

Action de l'acide sulfurique anhydre sur le spath-fluor. M. Kuhlmann, professeur de chimie à Lille, a reconnu que le spath-fluor ne pouvait pas être décomposé par l'acide sulfurique anhydre. C'est un nouveau fait en faveur de l'opinion qui considère ce corps comme un fluorure de calcium.

Nouveau Principe colorant rouge dans l'écorce d'une espèce particulière de quinquina. Cette écorce est un produit répandu dans le commerce des Colombiens avec les Anglais. M. Kuhlmann, qui l'a examinée, en donne les caractères suivans : la couleur en est d'un jaune brun à l'extérieur, d'un rouge fauve en approchant de l'aubier; elle a une saveur très-amère, et fournit une assez grande quantité de sulfate de quinine bien cristallisé. L'eau que l'on fait bouillir avec cette écorce prend une couleur jaune fauve, et laisse déposer par le refroidissement, après avoir été concentrée par l'évaporation, une poudre d'un rouge pourpre. La laine imprégnée d'acétate d'alumine prend à chaud, dans le bain, une couleur rouge d'une nuance

assez foncée, mais un peu fauve. La soie donne avec le même mordant une fort belle couleur ; mais le coton refuse absolument de se colorer. En faisant bouillir la laine et la soie dans une eau de savon faible, la couleur s'éclaircit et prend beaucoup de vivacité. Cette couleur résiste à l'action des acides, mais non à celle des alcalis. Le bain, épuisé de matière colorante, a une saveur très-amère, et on peut en extraire facilement de la quinine. Cette écorce serait une acquisition précieuse pour la teinture et pour la pharmacie, si on pouvait s'en procurer facilement.

Désinfection de l'alcool qui a servi à conserver des matières animales. Suivant les expériences de M. Accarie, confirmées par celles de M. Chevallier, on désinfecte facilement cet alcool en y ajoutant de petites quantités de chlorure de chaux jusqu'à ce que l'odeur putride ait disparu. On distille ensuite, et le produit qu'on obtient peut servir à conserver de nouvelles substances ou à tout autre usage dans les arts.

Substance particulière dans la rhubarbe. M. Vaudin, en traitant à une douce chaleur une partie de rhubarbe de la Chine avec huit d'acide nitrique à 35°, réduisant en consistance sirupeuse et délayant dans l'eau, a vu se précipiter une substance particulière, qu'il désigne par le nom de *rhéine*, et qui a les caractères suivans : desséchée, elle est d'un jaune orangé, sans odeur marquée, d'une saveur légèrement amère, se dissolvant dans l'eau en presque totalité, ainsi que dans l'alcool et l'éther ; ces dissolutions jaunissent par les acides, et deviennent d'une couleur rose par les alcalis.

La rhéine brûle à la manière des substances végétales, à-peu-près comme l'amadou. La rhubarbe traitée immédiatement par l'éther sulfurique donne une substance tout-à-fait semblable; ce qui prouverait que la nouvelle substance est toute formée dans la rhubarbe, et qu'elle serait inattaquable par l'acide nitrique. (*Journ. de Chim. méd.* II. 286.)

Zanthopicrite, nouveau principe végétal coloré. MM. Chevallier et G. Pelletan ont donné ce nom à une substance cristallisée qu'ils ont retirée de l'écorce du *Zanthoxilum* des caraïbes, ou clavalier des Antilles. Après avoir fait un extrait avec l'alcool et l'avoir lavé avec de petites quantités d'eau qui enlèvent une matière colorante rouge, on en sépare, au moyen de l'éther, une matière résineuse. Le résidu, redissous dans l'alcool, fournit, par l'évaporation spontanée, des groupes de cristaux en aiguilles divergentes, comme soyeuses, d'une couleur jaune un peu verdâtre, qui ne s'altère pas par une longue exposition à l'air. Ces cristaux, ou la *zanthopicrite*, sont assez solubles dans l'eau, plus dans l'alcool, mais nullement dans l'éther; d'une saveur fortement amère, styptique, qui excite la sécrétion de la salive, sans odeur, sans action sur les papiers réactifs. Chauffés dans un tube de verre, une partie se volatilise, l'autre est décomposée en donnant les produits des matières végétales. La dissolution aqueuse de zanthopicrite est jaune; le charbon animal en sépare entièrement le principe colorant; mais on peut le reprendre par l'alcool bouillant. Il n'est point précipité par la plupart des réactifs étendus d'eau; il

'est par quelques-uns en solution concentrée ; mais il se redissout en ajoutant de l'eau. Une très-petite quantité de dissolution d'or suffit pour le précipiter en totalité ; la combinaison qui s'est formée est soluble dans l'alcool et dans l'ammoniaque. (*Journal de Chimie médicale.*)

Althéine, nouvelle Substance végétale. M. Bacon, professseur de chimie à l'Ecole secondaire de Médecine de Caen, dans l'analyse qu'il a faite de la guimauve (*althea officinalis*), y a reconnu les principes suivans :

1°. de l'eau, 2°. de la gomme, 3°. du sucre, 4°. une huile grasse, 5°. de l'amidon, 6°. une matière transparente qui n'est pas acide, cristallisant en octaèdres (l'*althéine*) ; 7°. du malate acide d'althéine, 8°. de l'albumine, 9°. du ligneux, 10°. différens sels.

Procédé pour obtenir l'althéine. On traite par l'alcool bouillant l'extrait aqueux de racine de guimauve obtenu au moyen de l'eau froide ; l'alcool dissout le malate acide d'althéine, l'huile, etc. On réunit toutes les décoctions alcooliques, et on les voit se troubler par le refroidissement. On décante ; on traite par l'eau le dépôt cristallin qui s'est formé; on filtre la solution aqueuse; on la fait évaporer à une douce chaleur, jusqu'à consistance sirupeuse, et on met à cristalliser. On obtient des cristaux qu'on lave avec une petite quantité d'eau pure, pour les séparer de la matière jaune qui les salit, et on les fait sécher sur un papier. Ainsi lavés, ces cristaux, vus à l'œil nu, affectent la forme

de grains, d'aiguilles, de barbes de plumes ou d'étoiles; vus à l'aide du microscope, ils présentent des hexaèdres; ils sont d'un vert d'émeraude magnifique, transparens, brillans, d'une netteté remarquable, inodores, inaltérables à l'air; ils rougissent le papier de tournesol; ils sont solubles dans l'eau, insolubles dans l'alcool. La solution aqueuse de ces cristaux, traitée à froid par la magnésie, et filtrée, rétablit la couleur du tournesol rougie par un acide, et verdit le sirop de violette: en l'évaporant, on obtient l'althéine séparée de l'acide malique, et jouissant des propriétés suivantes.

Elle cristallise en hexaèdres réguliers, ou en octaèdres rhomboïdaux; elle verdit le sirop de violette, rétablit la couleur bleue du tournesol rougie par un acide; elle est transparente, d'un vert d'émeraude, brillante, inodore, peu sapide, inaltérable à l'air, très-soluble dans l'eau, insoluble dans l'alcool, soluble dans l'acide acétique, avec lequel elle forme un sel cristallisable, etc. (*Jonrn. de Ch. méd.*)

OBSERVATIONS *barométriques faites à Santa-Fé de Bogota, entre les tropiques, par 4°.35′ 50″ de latitude nord.*

Par MM. J.-B. BOUSSINGAULT et RIVERO.

(Les colonnes intitulées *therm. extér.* indiquent les températures de l'air à 9h. et à 4h., c'est-à-dire au moment de chaque observation barométrique.)

Août 1823.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.				mm.		
1	561.18	17.0	559.46	17.0	1.72	560.32	Nuageux.
2	.....	...	559.63	21.5	....	......	Beau.
3	562.09	15.0	560.28	20 0	1.81	561.18	Beau.
4	562.18	15.0	560.28	16.0	1.90	561.23	Nuageux.
5	562.00	13.8	560.03	22.0	1.97	561.01	Beau.
6	562.44	14.8	560.20	20.0	2.24	561.32	Couvert.
7	562.81	15.0	561.33	14.0	1.48	562.07	Couvert.
8	562.93	14.8	560.73	15.0	2.20	561.83	Couvert.
9	562.40	14.0	559.74	16.0	2.66	561.07	Pluie.
10	562.35	14.0	559.81	16.0	2.54	561.08	Nuageux.
11	562,08	16.0	559.94	22.0	2.14	561.01	Nébuleux.
12	562.23	16.0	559.90	18.6	2.33	561.06	Nébuleux.
13	561.73	15.0	.....	....	....	......	Beau.
14	562.03	15.0	.....	....	....	......	Beau,
15	562.15	15.0	559 93	17.2	2.22	561.04	Nébuleux.
16	561.94	15.0	559.48	22.0	2.46	560.71	Beau.
17	561.88	14.6	559.65	18.0	2.23	560.76	Nébuleux.
18	562.47	15 8	559.95	20.0	2.52	561.20	Nuageux.
19	562.59	15.0	560.18	17.0	2.41	561.38	Nuageux.
20	562.63	15.0	560.03	19.0	2.60	561.33	Couvert.
21	562.83	13.0	560.63	18.0	2.20	561.73	Nébuleux.
22	562.60	14.8	560.03	21.0	2.57	561.31	Beau.
23	562.11	14.0	560.02	20.0	2.09	561.06	Beau.
24	561.93	15.0	......	...	...	......	Nuageux.
25	561.88	15.0	560.36	16.0	1.52	561.12	Nuageux.
26	561.18	14 5	559.56	16.2	1.62	560.37	Nuageux.
27	561.53	15.5	559.01	20.0	2.52	560.27	Nébuleux.
28	562.62	15.0	559.93	15.5	2.69	561.27	Couvert.
29	562.62	15.0	559.93	21.0	2.69	561.27	Beau.
30	562.13	15.0	559.64	16.0	2.49	560.88	Nuageux.
	Moyen.	14,9	......	18.3	2.22		

Septembre 1823.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
2	562.03	16.0	559.38	16.5	2.65	560.70	Couvert.
3	562.25	15.0	559,63	19.0	2.62	560 94	Nébuleux.
4	562.37	13.0	559.58	18.5	2.79	560.97	Nuageux.
5	562.57	14.0	560.63	16.0	1.94	561.60	Couvert.
6	562.87	14.0	560.88	19.0	1.99	561.87	Nébuleux.
7	563.85	13.5	561.03	18.0	2.82	562.44	Pluie.
8	562,62	15.0	560.68	20.0	1.94	561.65	Nuageux.
9	562.06	13.0	559.58	17.5	2.48	560.82	Nuageux.
10	561.63	15.0	558.80	19.0	2.83	560.21	Nuageux.
11	561.90	15.0	559.16	16.0	2.74	560.53	Couvert.
12	561.87	15.0	559.16	20.0	2.71	560.51	Nuageux.
13	562.68	15.0	560.75	15.0	1.93	561.71	Pluie.
14	562.71	14.0	.....	...	...	.....	Couvert.
15	562.22	16.0	559.73	19.0	2 49	560.97	Couvert.
16	561.90	15.0	559.08	18.5	2.82	560.49	Nébuleux.
17	561.63	14.5	558.79	16.0	2.84	560.21	Couvert.
18	561.28	15.5	559.05	20.0	2.23	560.16	Beau.
19	561.97	14.0	559.43	17.5	2.54	560.65	Très-nuageux.
20	562.83	14.0	.....	...	...	.....	Couvert.
21	562.21	14.5	559.14	18.5	3.07	560.62	Nuageux.
22	561.46	14.0	558.07	18.5	3.39	559.76	A 9 h., beau; à 4 h., grêle précédée de tonnerre.
23	562.55	14.0	559.42	19.0	3.13	560.98	Nuageux.
24	562.10	13.0	558.58	17.0	3.52	560.34	Très-beau.
25	562.31	16.0	559.66	17.5	2.65	560.98	A 9 h., couvert; à 4 h., vent N. O. très-fort.
26	562.33	15.0	560.23	20.0	2.10	561.28	Beau.
27	562.94	14.0	560.40	17.5	2 54	561.67	Nuageux.
28	561.93	14.0	559.73	17.0	2.20	560.83	Nébuleux.
29	562.75	14.0	560.41	19.0	2.34	561.58	Beau.
30	.....	...	561.15	...	...	.....	Beau.
		14.5		18.0	2.59		

Octobre 1823.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	561.72	14.5	559.97	14.5	1.75	560.84	Couvert.
2	562.56	15.0	560.33	15.6	2.23	561.44	Couvert.
3	562.60	13.5	560.03	18.0	2.57	561.31	Couvert.
4	562.21	15.5	559 66	17.0	2 55	560.98	Couvert.
5	562.56	15.5	559.90	16.0	2.66	561.23	Couvert.
6	562.33	16.5	559.44	22.5	2.89	560.88	Nuageux.
7	562.06	15.2	......	....	....	......	Nuageux.
8	562.91	15 0	559.48	19.5	3.43	561.19	Très-nuageux.
9	562.34	14.0	......	15.5	....	......	Très-couvert.
10	562.08	15.5	559.92	19.0	2.16	561.00	Nuageux.
11	562.53	16.0	......	....	....	......	Couvert.
12	562.18	15.5	559.37	17.0	2.81	560.77	Couvert.
13	561.93	15.8	......	....	....	......	Couvert.
14	561.10	15.5	......	....	....	......	Nuageux.
15	560.93	16.0	558.37	17.0	2.56	559.65	Pluie.
16	561.23	14.5	558.64	15.5	2.59	559.93	A 9 h., beau; à 4 h., forte pluie.
17	562.03	15.0	......	....	....	......	Beau.
18	560.98	15.0	558.23	16.0	2.75	559.60	Couvert.
19	561.08	15.0	558.03	19.0	3.05	559 55	Nuageux.
20	561.13	15.0	558.45	15.0	2.68	559.79	Nuageux.
21	561.68	15.5	559.03	13.5	2.65	560 35	Nuageux.
22	562.13	13.0	......	....	....	......	Nébuleux.
23	562.11	14.0	559.53	13.5	2.58	560.82	Pluie.
24	562.16	13.0	559.31	15.0	2.85	560.73	Nuageux.
25	561.76	13.5	559.73	15 5	2.03	560.74	Couvert.
26	562.58	14.0	560.63	13.0	1.95	561.60	Couvert.
27	562.88	14.0	559.80	13.5	3.08	561.34	Couvert.
28	562.24	13.0	559.32	15.0	2.92	560.78	Nuageux.
29	562.41	13.0	......	....	....	......	Couvert.
30	562.20	13.5	559.13	15.0	3.07	560.66	Couvert.
31	562.89	14.4	559.31	16.5	3.58	561.10	Beau.
		14.6		16.1	2.77		(Il a plu presque tous les jours pendant ce mois.)

Novembre 1823.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		m.		mm	mm.	
1	561.83	13.0	558.89	15.0	2.94	560.36	Nuageux.
2	561.83	14.5	558.23	17.0	3.60	559.98	Beau.
3	561.52	12.5	558.86	15.0	2.66	560.19	Nébuleux.
4	561.15	13.5	558.68	16.0	2.47	559.96	Nébuleux.
5	560.70	15.5	557.68	19.0	3.02	559.19	Beau.
6	......	....	557.77	18.5	....	......	Nébuleux.
7	561.18	15.0	558.48	18,0	2.70	559.83	Beau.
8	562.20	16.0	559.83	17.0	2.37	561.01	Nuageux.
9	561.65	14.0	559.76	17.0	1.89	560.70	Beau.
10	561.48	15.0	559.51	16.0	1.97	560.70	Beau.
11	561.58	14.0	559.43	15.0	2.15	560.45	Nuageux.
12	561.83	14.0	560.03	13.0	1.80	560.93	Pluie.
13	561.72	13.0	......	....	....	.....	Beau.
14	561.88	12.0	559.13	17.0	2.75	560.50	Très-beau.
15	560.83	14.0	558.40	17.0	2.43	559.61	Beau.
16	560.85	14.0	558.38	17.5	2.47	559.61	Beau.
17	561.68	15.0	559.78	14.0	1.90	560.78	Pluie tout le jour.
18	562.30	15.0	559.56	15.0	2.74	560.93	Pluie fine tout le jour.
19	561.71	14.0	559.40	14.0	2.31	560.55	*Idem.*
20	562.05	13.0	559.92	13.0	2.13	560.98	*Idem.*
21	561.98	14.0	560.18	16.0	1.80	561.08	Nuageux.
22	563.38	13.5	560.53	17.0	2.85	561.95	Beau.
23	562.40	14.0	560.02	17.0	2.38	561.71	*Idem.*
24	561.48	13.0	559.07	16.5	2.41	560.27	*Idem.*
25	562.15	13.0	559.35	18.0	2.80	560.75	Très-beau.
26	561.79	14.5	559.35	18.0	2.44	560.57	Beau.
27	561.63	14.0	559.63	17.5	2.00	560.63	*Idem.*
28	561.23	13.5	558.55	14.0	2.68	559.89	*Idem.*
29	560.83	15.0	558.33	17.0	2.50	559.58	*Idem.*
30	561.18	13.0	558.80	19.0	2.38	559.99	Très-beau.
		13.9		16.3	2.44		

Décembre 1823.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h et à 0°.	Therm. extér.	Différence du *maximum* au *minimum*.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	562.35	13.5	559.78	14.0	2.57	561.05	Pluie.
2	562.23	14.5	559.83	15.0	2.40	561.03	Pluie.
3	562.23	14.5	560.35	13.5	1.88	561.28	Pluie.
4	562.25	13.5	559.75	13.2	2.50	561.00	Couvert.
5	562.48	12.5	559.63	13.5	2.85	561.21	Couvert.
6	561.53	13.0	558.95	16.2	2.58	560.24	Pluie.
7	560.83	13.0	558.82	13.0	2.01	559.85	Pluie.
8	560.60	13.0	557.98	15.0	2.62	559.29	A 9 h., nuageux; à 4 h., grêle précédée de tonnerre.
9	560.98	13.0	558.56	13.0	2.42	559.77	Couvert.
10	561.00	12.0	558.48	15.0	2.52	559.74	Nuageux.
11	560.89	13.0	558.13	19.0	2.76	559.51	Beau.
12	561.04	12.0	559.09	17.5	1.95	560.06	Nébuleux.
13	561.65	12.5	559.16	16.2	2.49	560.40	Nébuleux.
14	560.98	13.5	558.50	15.8	2.48	559.74	Nébuleux.
15	560.68	15.0	559.48	16.0	1.20	560.08	Nébuleux.
16	561.45	15.0	558.68	16.5	2.77	560.06	Nébuleux.
17	561.58	14.5	558.90	16.8	2.68	560.24	Nébuleux.
18	561.88	14.0	559.03	17.0	2.85	560.45	Nuageux.
19	561.13	15.0	559.03	17.0	2.10	560.08	Beau, vent Est.
20	560.51	15.0	558.33	15.0	2.18	559.92	Pluie, vent Ouest.
21	560.70	15.2	558.73	19.5	1.97	559.71	Beau, vent Est.
22	561.08	13.0	558.27	18.5	2.81	559.67	Très-beau, v. d'Est.
23	560.63	13.0	557.76	17.5	2.87	559.19	*Idem.*
24	560.63	14.0	558.00	17.0	2.63	559.31	Nébuleux.
25	560.80	15.0	558.95	17.0	1.85	559.87	Nébuleux.
26	560.88	13.5	558.44	19.0	2.44	559.66	Nuageux.
27	561.00	15.0	558.88	18.0	2.12	559.94	Couvert.
28	560.95	15.5	558.48	16.5	2.47	559.71	Couvert.
29	561.50	15.0	559.14	14.0	2.36	560.32	A 9 h., nuageux; à 3 h., forte grêle précédée de tonnerre.
30	561.84	14.5	559.23	19.0	2.61	560.53	Beau.
31	562.38	14.5	559.90	16.5	2.48	561.14	Nuageux.
		13.9		16.2	2.40		

Janvier 1824.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence du *maximum* au *minimum*.	Hauteur moyenne.	Etat dominant du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	562.05	14.5	559.37	19.0	2.68	560.21	Nuageux.
2	561.14	15.0	558.82	18.5	2.32	559.98	Nébuleux.
3	561.43	14.5	557.83	17.6	3.60	559.63	Nuageux.
4	560.83	14.5	557.75	19.0	3,08	559.29	Nébuleux.
5	561.13	15.0	558.93	17.0	2.20	560.03	Nuageux.
6	561.44	15.0	559.15	16.0	2.29	560.29	Couvert.
7	561.44	14.5	559.30	18.5	2.14	560.37	Nuageux.
8	561.45	12.5	558.57	18.0	2.88	560.01	Nébuleux.
9	560.63	12.0	557.93	19.0	2.70	559.28	Nébuleux.
10	559.28	13.5	557.84	16.5	1.44	558.56	A 9 h., beau; à 4 h., tonnerre, un peu de grêle.
11	561.18	15.0	558.81	18.8	2.37	559.99	Nuageux.
12	560.83	14.0	558.80	17.0	2.03	559.81	Nébuleux.
13	561.11	13.9	558.38	18.0	2.75	559.74	Nuageux.
14	560.98	15.5	558.13	21.5	2.85	559.55	Beau.
15	561.33	15.5	559.50	17.0	1.83	560.41	Nuageux.
16	561.71	15.0	560.62	....	1.09	561.16	Nuageux.
17	562.66	16.0	560.28	17.5	2.38	561.47	Nuageux.
18	562.26	15.2	......	....	....	.....	Nuageux.
19	562.83	15.0	560.62	15.5	2.21	561.72	A 9 h., beau; à 4 h., pluie.
20	563.23	14.0	561.29	15.0	1.94	562.26	A 9 h., beau temps; à 4. h., tempête.
21	562.61	15.0	560.19	15.0	2.42	561.40	Couvert.
22	563.33	14.0	560.48	14.0	2.85	561.90	Couvert et pluie.
23	562.63	12.0	560.49	16.0	2.14	561.56	Clair.
24	562.78	13.0	560.41	16.0	2.07	561.59	Nébuleux.
25	561.80	14.0	......	....	....	.....	Beau.
26	560.76	14.0	558.08	20.0	2.68	559.97	Beau temps.
27	561.69	15.5	559.88	16.5	1.81	560.78	Nuageux.
28	561.48	16.0	559.73	14.0	1.75	560.60	Nuageux.
29	561.94	14.5	559.93	15.0	2.01	560.93	Nuageux.
30	560.88	13.0	559.13	16.5	1.75	560.00	A 9 h., beau temps; à 4 h., pluie.
31	561.92	14.0	559.23	18.5	2.69	560.57	Beau.
		14.4		17.1	2.31		

Février 1824

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. libre.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	État du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	561.61	14.0	559.75	16.0	1 86	560.68	Nuageux.
2	562.58	14.0	559.91	16.2	2.67	561.24	Couvert.
3	561.18	14.0	559.03	20.0	2.15	560.10	Nuageux.
4	560.58	14.5	558.34	20.0	2 24	559.46	Nébuleux.
5	561.21	15.2	558.77	17.5	2.44	559.99	Nuageux.
6	561.11	15.2	559.36	17.5	1.75	560.23	Nuageux.
7	561.63	15.0	558.86	22.0	2.77	560.24	Nébuleux.
8	561.51	15.2	559.43	16 0	2.08	560.47	Couvert
9							
10							
11	......	....	559.88	17.0			
12	561.65	14.8	559.83	16.8	1.82	560.74	Nébuleux, tonnerres lointains.
13	561.13	15.0	559.31	17.0	1.82	560.22	Beau.
14	560.82	15.0	558.91	15.0	1.97	559.89	Nébuleux.
15	560.96	15.2	558.38	13.5	2.58	559.67	Quelques nuages.
16	561.88	15.0	560.13	13.8	1.75	561.00	Pluie.
17	562,53	15.0	560.48	15.5	2.05	561.50	Couvert.
18	562.71	15.2	......	....	....	......	Couvert.
19	......	....	559.98	15.5	....	......	Nuageux, observation, à 4 h. $\frac{3}{4}$.
20	561.58	16.0	559.43	16.0	2.15	560.50	Beau.
21	561.68	16.0	559.31	16.0	2.37	560.49	Couvert.
22	561.33	15.5	......	....	....	......	Beau.
23	563.13	15.0	561.10	15.2	2.03	562.11	Couvert.
24	562.66	15.2	559.57	16.0	3.09	561.11	Nuageux.
25	561.98	15.0	559.20	16.0	2.78	560.59	Nébuleux.
26	561.01	16.2	558.37	16.0	2.64	559.69	Très-beau.
27	561.63	16.0	558.16	16.0	3.47	559.89	Beau.
28	561.88	16.5	559.58	17.0	2.30	560.73	A 9 h., beau, à 4 h.; forte pluie.
29	562.48	16.0	......	....	....	......	Nuageux.
		15.2		16.6	2.31		

Mars 1824.

Jours du mois.	Baromètre à 9 h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4 h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	État du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	561.48	15.5	559.38	15.5	1.60	560.68	Pluie.
2	561.48	14.5	558.64	15.5	2.84	560.06	Couvert.
3	561.36	14.2	559.23	15.0	2.13	560.29	Nuageux.
4	561.58	15.0	559.43	15.5	2.15	560.58	Très-nuageux.
5	562.59	15.0	560.18	15.5	2.41	561.38	Beau.
6	562.99	14.5	560.71	15.0	....	......	Nuageux.
7	562.43	14.0	......	....	....	......	Nuageux.
8	561.98	14.0	558.70	15.5	3.28	560.34	Pluie.
9	......	....	559.63	15.0			
10							
11							
12							
13	561.40	15.0	558.75	16.0	2.65	560.07	Nuageux.
14	561.70	15.0	559.92	15.0	1.78	560.81	Forte pluie.
15	562.28	14.6	559.73	15.0	2.55	561.00	A 9 h. nuageux, à 1 h. pluie et tonnerre.
16	561.28	14.0	559.38	15.5	1.90	560.28	Très-nuageux.
17	561.61	15.0	559.38	16.0	2.23	560.49	Nuageux.
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28	562.63	15.0	559.38	17.0	3.15	560.95	Beau.
29	561.71	15.2	559.23	17.0	2.48	560.47	Nébuleux.
30	561.64	17.0	559.31	17.0	2.33	560.47	Nuageux.
31	562.53	15.3	560.03	17.0	2.50	561.28	A 9 h. beau, à 4 h. orage.
		14.9		15.8	2.39		

Avril 1824.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	État du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	561.86	15.0	560.16	15.5	1.70	561.01	Couvert, pluie.
2	562.93	15.5	560.80	15.5	2.13	561.86	Pluie.
3	562.80	15.0	......	....	....	......	Beau.
4							
5							
6							
7							
8							
9	......	....	559.47	16.5	....	......	Beau.
10	......	....	559.11	17.0	....	......	Beau.
11	561.43	15.5	559.00	16.0	2.43	560.21	Beau.
12	561.58	14.0	559.03	16.0	2.55	560.30	Beau.
13	562.02	14.0	560.20	16.0	1.82	561.11	Nébuleux.
14	561.66	14.0	559.54	15.0	2.12	560.60	Couvert.
15	561.98	14.0	559.73	15.0	2.25	560.85	Couvert.
16	562.38	14.0	560.50	15.0	1.88	561.44	Couvert.
17							
18							
19	562.60	14.0	560.33	15.0	2.27	561.46	Nuageux.
20	563.13	14.0	560.70	15.5	2.43	561.91	Nébuleux.
21	563.12	14.0	561.53	15.5	1.59	562.32	Beau.
22	562.61	14.0	560.19	16.5	2.42	561.40	Très-beau.
23	562.30	14.0	......	....	....	......	Beau.
24	562.37	15.5	559.54	17.0	2.83	560.95	Beau.
25	562.48	15.2	559.50	14.0	2.98	560.99	Beau, observation à 9 h. $\frac{1}{2}$.
26	562.86	15.0	559.53	15.8	3.33	561.19	A 9 h., beau; à 4 h., forte pluie.
27	561.56	15.0	558.78	16.6	2.78	560.17	Nébuleux.
28	562.35	15.5	560.22	16.0	2.13	561.28	Très-nuageux.
29	562.51	15.0	560.00	16.0	2.51	561.25	Pluie.
30	562.66	15.0	......	....	....	......	Couvert.
		14.6		15.8	2.34		

Mai 1824.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	561.48	15.0	558.97	16.0	2.51	560.22	Nébuleux.
2	561.73	15.5	559.17	17.0	2.56	560.45	Très-beau.
3	561.60	15.0	558.76	17.0	2.84	560.18	Beau.
4	561.83	15.2	559.61	16.0	2.22	560.72	Beau.
5	562.15	15.5	559.52	17.5	2.63	560.83	Pluie.
6	562.63	15.0	560.08	16.0	2.55	561.35	Beau.
7	561.35	15.2	559.56	17.0	1.79	560.45	Couvert.
8	562.74	15.2	560.18	16.0	2.56	461.46	Nébuleux.
9	562.48	14.5	......	....	....	......	Couvert.
10	563.05	15.2	560.01	15.0	3.04	561.53	Pluie.
11	562.74	14.0	559.69	15.5	3.05	561.21	Couvert.
12	561.85	15.0	......	....	....	......	Beau.
13	561.96	15.0	......	....	....	......	Couvert.
14	561.23	14.5	558.23	15.5	3.00	......	Nuageux.
15	560.43	14.5	558.53	16.0	1.90	......	Convert.
16	561.73	14.5	559.10	15.5	2.63	560.41	A 9 h., pluie.
17	561.23	15.0	559.11	15.2	2.12	560.17	Nuageux.
18	560.63	14.8	559.06	15.0	1.57	559.84	Couvert.
19	561.39	14.0	......	....	....	......	Couvert.
20	562.41	14.1	559.44	15.2	2.97	560.92	Nuageux.
21	562.60	14.8	......	....	....	......	Beau.
22	562.28	15.0	560.53	15.5	2.75	561.40	Nébuleux.
23	562.44	15.0	560.34	15.5	2.10	561.39	Nuageux.
24	562.15	15.0	......	....	....	......	Couvert.
25	562.87	15.0	560.65	15.8	2.22	561.76	Nuageux.
26	562.22	14.8	559.53	16.0	2.69	......	Beau temps.
27	560.35	15.0	558.45	16.0	1.90	559.40	Couvert.
28	561.50	15.5	559.08	16.0	2.42	560.29	Beau temps.
29	562.03	15.5	559.78	16.0	2.25	560.90	Beau.
30	562.09	15.0	559.60	16.0	2.49	560.84	Très-beau.
31							
		14.9		15.9	2.45		

Juin 1824.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. exter.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	560.97	15.2	559.38	16.0	1.59	560.17	Nuageux.
2							
3	561.68	16.0	......	16.0	...	......	Couvert.
4	561.68	16.0	559.54	16.4	2.14	560.61	Nuageux.
5	561.68	15.2	559.09	16.0	2.59	560.38	Nuageux.
6	561.74	15.0	559.88	15.5	1.86	560.81	Nuageux.
7	561.90	15.2	560.47	15.5	1.43	561.18	Nébuleux.
8	562.69	15.0	......	....	...	......	Beau.
9							
10	562.50	15.0	560.17	15.5	2.33	561.33	Nuageux.
11	562.01	15.0	......	....	...	......	Beau.
12	562.36	15.0	560.45	16.0	1.91	561.40	Beau.
13	562.08	15.0	560.41	16.5	1.67	561.24	Nuageux.
14	562.40	15.5	560.63	15.5	1.77	561.51	Très-beau.
15	562.96	14.8	560.83	15.5	2.13	561.89	Pluie.
16	563.07	14.5	560.98	15.5	2.09	562.02	Nébuleux.
17	563.10	14.5	561.16	15.5	1.94	562.13	Nuageux.
18	562.28	14.5	560.71	15.0	1.57	561.49	Nuageux.
19	561.63	14.5	559.29	15.0	2.34	560.46	Beau.
20	561.40	14.5	559.79	15.0	1.61	560.59	Nuageux.
21	562.03	15.0	559.73	16.0	2.30	560.88	
22	562.11	14.8	560.19	15.5	1.92	561.15	Beau.
23	561.75	14.8	......	....	....	......	Couvert.
24	562.49	14.5	......	....	....	......	Couvert.
25	562.20	14.5	561.15	15.0	1.15	561.72	Couvert.
26	562.59	14.5	560.61	15.0	1.98	561.60	Couvert, très-grand vent tout le jour.
27	562.85	14.5	561.78	14.5	1.07	562.31	Petite pluie.
28	......	....	561.85	14.5	....	......	Beau, vent très-fort.
29	562.60	13.5	......	....	....	......	Beau, vent très-fort.
30	562.18	13.5	560.33	14.5	1.85	561.25	*Idem.*
		14.8		15.4	1.86		

Juillet 1824.

Jours du mois.	Baromètre à 9h. et à 0°.	Therm. extér.	Baromètre à 4h. et à 0°.	Therm. extér.	Différence.	Hauteur moyenne.	Etat du ciel.
	mm.		mm.		mm.	mm.	
1	560.88	14.0	560.28	14.5	0.60	560.58	Beau, vent très-fort.
2	......	....	559.83	15.5	....	......	Beau.
3	561.03	15.0	559.83	15.0	1.20	560.43	Pluie.
4	562.48	14.5	560.03	15.0	2.45	561.25	Beau, vent fort.
5	561.83	14.5	......	....	....	......	Beau.
6	561.68	14.5	......	....	....	......	Couvert.
7	561.71	14.7	......	....	....	......	Couvert.
8	562.28	14.5	560.58	15.5	1.70	561.43	A 9 h., pluie; à 4 h., beau, vent fort.
9	562.53	14.4	560.48	14.5	2.15	561.55	Beau, vent.
10	562.68	14.0	......	....	....	......	Couvert.
11	562.33	14.0	560.70	14.5	1.63	561.51	Nuageux.
12	562.06	14.0	......	....	....	......	Beau.
13	561.46	14.0	560.66	14.5	0.80	561.06	Pluvieux.
14	562.76	14.0	......	....	....	......	Nuageux.
15	562.78	14.0	561.30	14.5	1.48	562.04	A 9 h., pluie; à 4 h., beau.
16	563.88	13.5	......	....	....	......	Pluie.
17	562.31	13.2	......	....	....	......	Couvert.
18	561.98	13.5	560.83	14.0	1.15	561.40	Pluie, vent très-fort.
19	561.98	13.4	561.08	14.0	0.90	561.53	Beau.
20	561.33	13.2	569.88	14.0	1.45	560.60	Couvert.
21	561.63	13.5	......	....	....	......	Beau.
22	561.72	14.0	559.95	14.5	1.77	560.83	Très-beau.
23	562.63	14.0	......	....	....	......	Couvert.
24	562.97	14.0	......	....	....	......	Beau.
25	562.08	14.0	......	....	....	......	Beau.
26	562.63	14.0	561.26	14.4	1.37	561.94	Pluie.
27	562.58	13.5	560.75	14.2	1 83	561.66	Très-beau.
28	562.85	13.8	561.02	14.5	1.83	561.93	Beau, vent très-fort.
29	562.53	13.8	560.91	14.5	1.62	561.72	Beau.
30	561.88	14.0	......	....	....	......	Pluie.
31	562.58	13.5	......	....	....	......	Couvert.
		14.0		14.5	1.50		

Observation *de M.* Gay-Lussac *sur un passage de sa Lettre à M.* Longchamp.

Dans la Lettre à M. Longchamp que j'ai imprimée dans le dernier Cahier de ce Journal, il m'est échappé (pag. 94) l'expression *que vous voudriez calomnier*. Comme je craindrais qu'on lui donnât une acception qui n'est point dans ma pensée, je m'empresse de la désavouer.

Lettre *de M.* Longchamp *à M.* Gay-Lussac.

J'ai trouvé, Monsieur, dans le dernier Cahier des *Annales* un article ayant pour titre : *Lettre de M. Gay-Lussac à M. Longchamp, sur sa Théorie de la nitrification*. Vous savez très-bien que vous ne m'avez jamais adressé cette lettre, et je suis bien aise que les lecteurs de votre Recueil en soient instruits. Votre Lettre contient deux parties bien distinctes; je ne puis répondre ici qu'à celle qui a particulièrement trait à ma théorie.

« Il importe enfin que votre travail soit apprécié à sa juste valeur » (pag. 86). Sans doute, Monsieur, je reconnais avec tout le monde que votre jugement est d'une grande autorité; mais enfin je ne puis admettre qu'il fixe irrévocablement le rang qu'on doit assigner aux travaux chimiques. Pour moi, j'ai la confiance que les chimistes jugeront plus favorablement que vous de ma Théorie de la nitrification.

« Vous pensez que la potasse se forme journellement » (pag. 87). Oui, Monsieur, c'est en effet là mon opinion, et c'était aussi, comme je l'ai fait connaître, celle de Proust. Vous savez que je l'ai établie sur ces deux faits : 1°. que quoiqu'il croisse des arbres sur le même sol depuis des siècles, que ces arbres soient coupés et enlevés du sol, ceux qui après occupent leur

place fourniront dans leurs cendres autant de potasse que ceux qui les ont précédés ; 2°. dans les matériaux salpêtrés maintes fois lessivés, on retrouve toujours, lorsqu'ils sont replacés dans des circonstances favorables, une certaine quantité de potasse.

« Il n'y a pas de lieu qui, par sa situation, soit plus « propre qu'une cave à recevoir par infiltration des « matières animales de toute espèce » (page 88). Cela est vrai jusqu'à un certain point à Paris, où précisément on n'exploite pas les caves ; mais en province il n'en est pas de même. Y a-t-il une cave de château de campagne, lorsque le sol est convenable, qui ne puisse être exploitée tous les sept ou huit ans? et dans les celliers, les granges, les magasins, où trouve-t-on la trace des matières animales qui ont dû former le salpêtre?

« Vous faites dire à Lavoisier que *tous* les échan-« tillons de craie qu'il a examinés lui ont donné *beau-« coup* de nitrate de chaux (pag. 89). Permettez-moi, Monsieur, de rétablir ici ma phrase : tous les échantillons ont donné, par le lessivage, une *petite quantité de salpêtre* mêlé à *beaucoup de nitrate de chaux.* » D'abord, quant à l'expression *tous*, elle est exacte ; car sur quarante échantillons, il y en a à peine deux ou trois qui n'en ont pas donné, et qui n'ont fourni que des muriates. Quant à l'expression *beaucoup de nitrate de chaux*, elle est en opposition à *petite quantité de salpêtre*, et le fait est incontestable, puisque, pour la plupart des cas, le nitrate de chaux était huit à dix fois plus abondant que le salpêtre ; ce qui ne veut nullement dire dans ma phrase que les nitrates fussent abondans dans la masse. Au surplus, Monsieur, vous avez rapporté un des cas extrêmes dans le *minimum* du produit en salpêtre, permettez-moi de rapporter quelques résultats extrêmes dans le *maximum.* Je confondrai le nitrate de potasse qui était tout formé et celui qui a été produit par la décomposition du nitrate de chaux au moyen de la potasse. Les résultats ont toujours été ramenés à ce qu'auraient donné 100 livres de matériaux, comme dans le cas que vous rapportez.

	Liv.	Onc.
Trou de Bon-Fouquières (page 526).......	3	2
Trou près de l'église de Mousseau (page 531).	5	6
Autre échantillon du même trou (page 532)..	1	4

Je rappellerai ici qu'il a été constaté, par des expériences soignées, que le pied cube de *bonnes* terres donne, terme moyen, 9 onces de salpêtre (page 301).

Vous avez indiqué la situation du rocher d'Authile voici celle des trous que je mentionne : le trou de Bon-Fouquières est dans le bas de la côte, entre la Roche-Guyon et Clachalose, à 70 ou 80 pieds au-dessus du niveau de la rivière. Ce trou, dit Lavoisier, paraît avoir été fait par une source ou ruisseau qui coulait dans cet endroit. L'échantillon a été pris à une toise de l'ouverture du trou. Les échantillons recueillis après l'église de Mousseau ont été pris dans un trou ouvert à l'air, qui se trouvait placé en descendant vers le couchant. Lavoisier n'indique pas la hauteur du trou au-dessus du niveau de la rivière.

Vous me demandez (pag. 91) pourquoi je ne parle pas des expériences de Lorgna, qui sont en opposition avec les résultats que j'ai rapportés. Mais, Monsieur, je n'ai jamais prétendu que ma théorie fût autrefois admise, puisque je l'ai présentée comme nouvelle ; je n'ai jamais prétendu que tous les faits *annoncés*, veuillez observer que je ne dis pas *connus*, fussent à l'appui de mes idées, bien loin de là. Ainsi vous me citez Lorgua comme opposant, vous auriez pu me rappeler beaucoup d'autres concurrens qui ont dit la même chose que lui, et rapporté les mêmes faits que lui. Quant à ce que vous appelez *vieille expérience sans nom d'auteur*, mots que vous avez soulignés, j'aurai l'honneur de vous observer que l'expérience n'est pas plus vieille que celle de Lorgua, et qu'elles datent toutes de 1775 à 1780. Si elle est sans nom d'auteur, c'est que, vous le savez mieux que moi, les auteurs qui, dans les concours, n'ont point de prix ni d'accessit ne sont point nommés, et c'est ce qui est arrivé dans cette circonstance. Cela n'empêche pas cependant que le Mémoire n'ait attiré l'attention des commissaires

de l'Académie des Sciences. « En général, ce Mémoire « contient des vues et des expériences intéressantes, « et les commissaires ont jugé qu'il méritait des éloges « et qu'on pouvait en faire une mention honorable dans « la distribution des prix » (pag. 163).

« Pourquoi accusez-vous de faux Thouvenel en di- « sant : Il s'agirait de savoir si Thouvenel n'a pas un « peu soumis les nombres à ses opinions ; car il était « un des grands partisans du concours des matières ani- « males pour obtenir une production d'acide nitrique ? » Veuillez, Monsieur, recevoir l'expression de ma reconnaissance pour avoir rapporté toute ma pensée ; car à cette demande : *Pourquoi accusez-vous de faux Thouvenel?* les membres de sa famille auraient pu croire que *je l'ai invectivé, et que j'ai remué sa cendre sourde et muette :* c'est en effet une chose sérieuse que d'accuser un mort ou un vivant de faux. Répondant à votre question, j'aurai l'honneur de vous observer que c'est une règle de critique, lorsqu'on s'appuie du témoignage d'un auteur, de ne se servir de ses assertions que dans de certaines limites. Ainsi veut-on écrire l'histoire des Lancastres, on consulte le plus possible les historiens du parti d'Yorck ; et dans tout ce qui est favorable à leurs adversaires, on les croit, parce que étant d'une opinion opposée, on suppose qu'ils ont cédé au cri de leur conscience ; mais du moment où ils rapportent des faits contraires aux Lancastres, l'historien judicieux regarde leur opinion comme n'étant plus qu'un renseignement, et non pas une autorité. Voilà précisément ce que j'ai fait avec Thouvenel. Lorsqu'il rapporte des faits évidemment contraires à son opinion, je le crois sans réserve ; lorsqu'au contraire il abonde dans son sens, je ne lui accorde plus la même confiance.

« Si vous eussiez dit que, dans quelques circonstances « inconnues, il peut se former de l'acide nitrique sans « le concours des matières azotées, je ne le contesterais « pas » (pag. 93). Si c'est moi, Monsieur, qui ai eu le bonheur de modifier à ce point vos idées, permettez-moi de m'en glorifier. C'est du moins depuis

la publication de ma Théorie de la nitrification que *vous ne contestez pas* qu'il puisse se former de l'acide nitrique sans le concours des matières animales ; car avant, vous aviez établi ces deux principes : 1°. « des « matériaux propres à la nitrification ne se salpêtrent « *jamais* à l'air sans le concours d'une matière ani- « male ; 2°. *tout* l'azote nécessaire à la formation de « l'acide nitrique est fourni par les substances ani- « males » (*Instruction sur la fabrication du salpêtre*).

« Lavoisier a *toujours* cru , sinon à la nécessité in- « dispensable des matières animales pour la nitrifica- « tion , du moins à leur grande utilité pour la favo- « riser, fante d'expériences démonstratives pour fixer « son opinion » (page 93). J'ai rapporté (tom. XXXIII, pag. 24) une Lettre de Lavoisier d'où l'on peut au moins inférer qu'il n'était pas porté à résoudre affirmativement la question qui lui était proposées sur la nécessité du concours des matières animales pour la formation de l'acide nitrique. La Lettre de Lavoisier est sous les yeux des lecteurs des *Annales* , ainsi ils peuvent voir s'ils en doivent tirer une conclusion directement opposée à la mienne ; mais pour déterminer leur jugement snr votre assertion, il eût été nécessaire de faire connaître les Mémoires manuscrits, car je déclare qu'il n'y en a aucun de publié, qui vous portent à affirmer que Lavoisier a *toujours* eu l'opinion que vous lui faites émettre.

« Enfin, les passages que vous citez de Proust et « du docteur John Davy ne sont d'aucun poids à mes « yeux pour *établir* votre théorie » (page 93). Je ferai d'abord remarquer que je n'établis pas ma théorie sur les observations de ces chimistes , mais que par suite elle se trouve *appuyée*, ce qui est fort différent, par leur opinion. Quant au fond, je dirai que les observations n'ont point été faites en *passant* , mot que vous soulignez ; car pour se rendre dans l'Inde on ne passe pas devant Ceylan, comme les voitures vous font passer par Sèvres pour se rendre à Versailles. Il est d'autant moins probable que M. J. Davy ait fait son observation en passant, qu'elle l'a amené à des con-

clusions qui certes étaient bien loin de ses idées avant ce moment. Quant à Proust, il est resté quinze ans en Espagne, et c'est en *passant* et *repassant* pendant quinze années sur un sol qui lui montrait le salpêtre se formant sous ses pieds, qu'il a été amené aux idées que j'ai fait connaître dans mon Mémoire.

Paris, ce 18 mars.

P. S. Permettez-moi, Monsieur, quelques mots sur une Note de vous, qui se trouve au bas de la page 108 de ce volume. J'ai beaucoup lu, je passe ma vie sur des livres, et je ne crois pas qu'on puisse me taxer d'ignorance sur les sujets que j'ai traités; et d'ailleurs je dis, précisément dans la Note qui est au-dessus de la vôtre, que la substance que je regarde comme un composé de litharge et d'oxide puce, contient toujours une partie de litharge qui n'a pu être convertie en minium : donc je reconnais que ce corps est variable dans sa composition. Quoi qu'il en soit, Proust a obtenu 13 à 14 d'oxide puce pour 100 de minium (*Journ. Phys.*, tom. XLIX, pag. 249); d'autres chimistes ont fait connaître des résultats à-peu-près semblables, mais M. Thomson (*Ann. Ch.*, LX, p. 149) dit avoir obtenu 24. Quoique je sois loin de regarder ce résultat comme exact, et que j'aie la conviction intime que le minium le mieux préparé ne donnerait pas 18 d'oxide puce, encore est-il vrai qu'aucun chimiste n'a obtenu 50 de cet oxide de 100 de minium : or, je dis que pour qu'on puisse considérer ce corps comme un oxide particulier, et non comme une combinaison de litharge et d'oxide puce, il faudra qu'un chimiste nous présente un minium qu'il préparera avec tout le soin possible pour faire disparaître les dernières traces de litharge, et que ce minium donne 50 pour 100 d'oxide puce.

ADDITION *au Mémoire de M.* Savary *sur l'Aimantation.*

QUELQUES personnes m'ayant demandé comment je concevais dans l'hypothèse de petits mouvemens oscilla-

toires les phénomènes d'aimantation produits par un fil conducteur très-fin, lorsqu'il est entièrement vaporisé par une décharge électrique, je m'empresse d'ajouter aux courtes explications jointes au Mémoire inséré dans le Cahier qui précède, le paragraphe suivant. Il serait convenablement placé entre les lignes 18 et 19; pag. 55, (Cahier de janvier 1827).

Pour un fil conducteur très-fin, l'aimantation produite par des décharges graduellement croissantes, augmente d'abord et atteint bientôt le *maximum* le plus élevé que comporte la trempe des aiguilles; mais, loin de changer de signe, elle ne diminue même pas lorsque, pour des décharges de plus en plus fortes, le fil est complètement vaporisé. Or, si on se représente l'aimantation comme produite par des mouvemens alternatifs dans le fil, et chaque oscillation comme détruisant en partie l'effet dû à l'oscillation précédente, on concevra que le premier mouvement électrique doit seul déterminer le sens et l'énergie du magnétisme, si, le fil étant réduit en fumée par cette première impulsion, les mouvemens contraires qui l'auraient suivie ne peuvent plus avoir lieu.

Lorsqu'une partie du circuit est seule vaporisée, celle qui ne l'est pas continue à produire, suivant l'intensité de la décharge, des aimantations de signe contraire. Ce fait, joint au précédent, me paraît exclure l'idée d'un transport fini de matière électrique.

Nouveau *Procedé pour faire le charbon de bois en grand.*

Ce procédé, que l'on doit à M. Bull, consiste à remplir de charbon pulvérisé les interstices que laissent entr'eux les morceaux de bois qui doivent être carbonisés. Le produit que l'on obtient est égal, sous tous les rapports, au charbon fait dans des cylindres de fonte ou de fer, et, indépendamment de la qualité, la quantité

est beaucoup plus grande que dans le procédé ordinaire. Le charbon que l'on emploie pour remplir les interstices du bois est celui qui reste sur le sol après la carbonisation. On prévient, par ce moyen, l'accès de l'air, qui, quand il a lieu, détruit une portion de charbon et gâte l'autre. On prétend que le volume du charbon est d'un dixième plus grand, et son poids d'un cinquième, que dans le procédé en usage. Il est aussi propre au toucher que le charbon d'anthracite.

(*Journal of Science.*)

Analyse *du Mica de Zinnwald, en Bohême.*

Par M. Gmelin.

Silice...............	46,233;
Alumine...........	14,141;
Oxide de fer........	17,973;
Oxide de manganèse.	4,573;
Potasse.............	4,900;
Lithion............	4,206;
Acide fluorique.....	3,729;
Eau et perte........	4,245.
	100,000.

Ce mica ne perd, par la calcination, que 0,83 pour cent; en admettant que cette fraction provienne seulement de l'eau de cristallisation, il resterait à trouver l'origine des 3,4 de déficit. L'auteur s'est assuré que la perte ne tient pas à un dégagement d'acide fluorique; il l'attribue à la volatilisation de la matière alcaline chassée par la baryte, pendant qu'on soumet le minéral à la chaleur intense nécessaire pour sa décomposition;

M. Gmelin suppose qu'en substituant de l'oxide de plomb au carbonate de baryte, on se mettra à l'abri de cet inconvénient.

M. Gmelin avait déjà préalablement découvert du lithion dans le mica de Chursdorf. Tous les micas, dit-il, qui renferment cette terre, paraissent contenir aussi une grande quantité d'acide fluorique; le passage insensible qui semble exister, sous ce rapport, du mica au talc, mérite d'être étudié avec soin.

(*Edimb. Journ. of Science*, n° 8; 1826.)

Fluides *dans les cavités d'un saphir.*

M. Brewster avait aperçu deux fluides particuliers dans les cavités de certains échantillons de cristaux de quartz, dans des améthystes, dans des topazes, et enfin dans des chrysoberyls; il les a aussi découverts récemment dans un saphir. La cavité où ils sont renfermés offre, en outre, à l'une de ses extrémités, des groupes distincts de cristaux transparens, qui, sans doute, dit M. Brewster, ont été déposés par le fluide. La cavité n'a pas encore été ouverte; on ne peut donc point affirmer que ces petits cristaux soient des saphirs.

(*The Edimb. Journ. of Science.*)

M. Vicat nous avait adressé depuis long-temps des observations critiques concernant divers passages de l'ouvrage de M. Hassenfratz sur la chaux et les mortiers. Elles étaient déjà imprimées lorsque nous avons appris la nouvelle de la mort de M. Hassenfratz; M. Vicat nous a aussitôt autorisé à les supprimer, en se réservant le droit de relever quelques inexactitudes dont il pense devoir se plaindre, dans le nouveau Traité qu'il prépare.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	751,65	— 0,0	94	751,34	+ 4,6	74	750,66	+ 2,7	83	750,18	+ 1,5	93	+ 4,6	— 0,4	Couvert.	S. E. O.
2	750,70	+ 1,0	100	751,54	+ 1,8	100	752,81	— 0,5	90	755,60	— 3,0	80	+ 1,8	— 3,1	Couvert.	N. N.
3	760,34	— 4,1	74	761,28	— 3,0	70	762,06	— 1,7		763,52	— 3,5		— 1,7	— 5,0	Eclaircies.	N. N. E. fort.
4	766,05	— 4,0		765,94	— 1,5		765,68	— 0,3		767,37	— 4,3		— 0,3	— 5,5	Beau.	N. E. fort.
5	768,03	— 3,7		767,33	— 1,6		766,28	— 1,0		765,25	— 3,5		— 1,0	— 5,7	Serein.	E. N E.
6	762,87	— 5,8		762,36	— 1,8		761,53	+ 0,3		762,00	+ 1,0		+ 1,0	— 6,9	Légers nuages.	N.
7	764,21	— 1,5		763,78	+ 0,2		763,36	+ 0,4		763,33	— 2,5		+ 0,4	— 3,5	Beau.	E. N. E. fort.
8	763,30	— 2,8		763,20	— 1,1		763,14	— 0,8		763,77	— 4,8		— 0,8	— 5,0	Serein.	N. E. très-fort.
9	762,67	— 7,5		762,34	— 5,2		761,78	— 4,2		761,40	— 5,7		— 4,1	— 9,0	Serein.	N. E.
10	759,14	— 5,0		758,73	— 1,5		757,35	— 0,0		755,74	— 4,3		— 0,0	— 7,8	Serein.	E.
11	752,81	— 4,7		752,05	— 1,2		751,20	+ 0,5		751,00	— 3,7		+ 0,5	— 6,5	Légèrement couvert.	S. E.
12	752,55	— 3,3		753,53	— 1,0		753,00	+ 1,5		755,10	+ 0,5		+ 1,5	— 4,8	Neige.	N.
13	758,20	+ 1,7		759,04	+ 3,2		759,88	+ 3,5		761,80	— 1,5		+ 3,5	— 1,5	Eclaircies.	N. fort.
14	761,42	— 0,5		760,53	+ 3,0		759,22	+ 4,0		758,92	+ 0,9		+ 4,0	— 4,2	Nuageux.	O. N. O.
15	755,60	+ 1,5		754,63	+ 3,7		753,73	+ 3,0		756,34	— 2,2		+ 3,0	— 2,2	Couvert.	O.
16	760,36	— 5,1		760,90	— 3,8		760,83	— 4,5		760,43	— 9,0		— 3,8	— 9,0	Serein.	E.
17	758,50	— 9,0		758,20	— 6,0		757,16	— 5,0		757,46	—10,0		— 5,0	—12,0	Serein.	S. E.
18	757,69	— 8,8		757,42	— 4,5		756,57	— 3,0		755,56	— 5,0		— 3,0	—12,8	Serein.	E.
19	752,10	— 5,0		750,88	— 2,0		749,50	— 0,0		749,27	— 0,0		— 0,0	— 6,2	Couvert.	E. N. E.
20	749,25	+ 2,3		748,86	+ 4,6		748,23	+ 5,3		747,34	+ 2,0		+ 5,3	+ 1,5	Couvert.	S.
21	745,57	+ 2,5		745,30	+ 4,5		745,13	+ 4,7		746,72	+ 0,7		+ 4,7	+ 0,7	Couvert.	N. N. O.
22	751,40	+ 0,8		752,77	+ 2,8		754,10	+ 3,0		757,00	— 0,5		+ 3,0	— 0,5	Couvert.	N. N. E.
23	761,43	— 0,2		761,16	+ 3,0		760,10	+ 2,7		759,34	— 0,7		+ 3,0	— 2,0	Nuageux.	O. N. O.
24	756,60	— 3,0		756,08	+ 2,0		755,87	+ 2,2		757,96	— 2,2		+ 2,8	— 5,5	Quelq. petits nuages.	N. E.
25	761,90	— 0,2		762,87	+ 2,5		762,86	+ 4,0		763,14	— 2,2		+ 4,0	— 2,7	Beau.	E.
26	761,11	+ 1,8		760,56	+ 3,4		759,80	+ 4,0		758,76	+ 5,4		+ 5,4	+ 1,8	Pluie fine.	S. S. E.
27	754,85	+ 5,0		754,52	+ 9,5		754,14	+10,6		755,23	+ 9,2		+10,6	+ 5,0	Couvert.	S. S. O. tr.-f.
28	754,80	+ 9,5		753,90	+10,4		752,60	+11,5		751,67	+ 9,5		+11,5	+ 9,5	Pluie.	S O. fort.
1	760,90	— 3,3		760,78	— 1,3		760,47	— 0,5		760,82	— 2,9		— 0,0	— 5,2	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	755,85	— 3,1		755,60	— 0,4		754,93	+ 0,5		755,32	— 2,8		+ 0,6	— 5,8	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 2,250
3	755,96	+ 2,0		755,89	+ 4,7		755,58	+ 5,3		756,23	+ 3,6		+ 5,6	+ 0,8	Moyenn. du 21 au 28.	Terrasse, 1,950
	757,68	— 1,7		757,53	+ 0,7		757,09	+ 1,5		757,54	— 1,0		+ 1,8	— 3,7	Moyennes du mois,	— 0,9.

Nouvelles *Recherches sur la Matière colorante de la Garance.*

Par MM. Colin et Robiquet.

(Lu à l'Académie des Sciences le 6 novembre 1826.)

Depuis nombre d'années la garance fixe l'attention des peintres, des teinturiers et des chimistes, et il est en effet peu de substances qui le méritent davantage. Cette précieuse racine, objet actuel d'une immense consommation, fournit des couleurs si riches, si éclatantes et si variées qu'elle est devenue comme la base de toute teinture, et que son étude approfondie semble liée aux phénomènes les plus intéressans de l'art. Malheureusement on a long-temps fait mystère des procédés à suivre pour fixer sur les tissus cette belle matière tinctoriale. Mais à peine ces procédés furent-ils connus et publiés en France, que, chimistes et teinturiers, tous s'empressèrent à l'envie de les soumettre à un scrupuleux examen, et de faire connaître les résultats de leurs observations. C'est surtout à Berthollet, Watt, Chaptal, Hausmann, Gren, Wogler et Vitalis, que nous devons les plus importantes recherches sur ce point. Cependant, il faut l'avouer, tous ces travaux, quelqu'intéressans qu'ils puissent être, n'ont eu d'autre résultat, en dernière analyse, que d'apporter d'utiles modifications aux recettes empiriques et compliquées des anciens ateliers; encore serait-il peut-être vrai de dire que les plus notables améliorations obtenues en ce genre, vers ces dernières époques, résultent bien plus

des essais de nos habiles praticiens, que des données fournies par la science.

Toutes nos connaissances chimiques sur la nature intime de la racine de garance se réduisaient naguères à y admettre, d'après Watt (1), l'existence probable de deux substances colorantes, l'une fauve et l'autre pourpre; celle-ci était regardée comme la seule qui fût susceptible de donner, sous l'influence de certains mordans, une couleur rouge vive et solide, tandis que la première, toujours désavantageuse en ses résultats, ne servait qu'à nuire aux belles qualités de celle qui l'accompagne.

Charles Bartholdi a prétendu en outre (2) que la garance contenait une très-grande quantité de sulfate de magnésie. Plus tard, Hausmann, qui paraît avoir observé le premier les bons effets du carbonate de chaux dans le garançage, a affirmé (3) que cet heureux résultat n'était qu'une conséquence de la décomposition du sulfate de magnésie par le carbonate calcaire. Nous verrons plus bas quel degré de confiance on doit avoir dans cette assertion.

Nous en étions encore à ce premier pas de la science lorsque M. F. Kulhmann publia, en 1823 (4), une analyse complète de la garance.

Il y trouva d'abord une matière colorante rouge, but

---

(1) *Annales de Chimie*, t. IV, p. 104.

(2) *Idem*, tome XII, page 74.

(3) *Idem*, tome LXXVI, page 14.

(4) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXIV, p. 225.

essentiel de ses recherches, et une autre substance colorante fauve qu'il signala à peine.

Il indiqua en outre le ligneux, un acide végétal présumé identique avec l'acide malique, un mucilage, une matière végéto animale, de la gomme, du sucre, une substance amère, une résine odorante, et enfin divers sels terreux ou alcalins ; mais, chose bien remarquable, c'est qu'on n'y voit figurer aucun sel à base de magnésie.

N'ayant, quant à présent, d'autre intention que de nous occuper de la matière teignante, nous ne reproduirons point ici les détails de cette intéressante analyse, et nous dirons seulement que, désirant acquérir conviction sur l'expérience qui pour nous devenait la plus intéressante de ce travail, celle relative à l'obtention de la substance colorante rouge, nous l'avons répétée avec tout le soin dont nous étions capables, et nous y avons mis autant de précision que le permettaient les données établies par l'auteur.

Le procédé de M. Kulhmann consiste à faire infuser dans de l'eau froide, pendant vingt-quatre heures, de la garance moulue ; puis à faire bouillir cette même garance dans une nouvelle quantité d'eau ; à filtrer ensuite la décoction, et à y ajouter quelques grammes d'acide sulfurique. Aussitôt de nombreux et légers flocons orangés se produisent, on les recueille sur un filtre et on les lave avec une petite quantité d'eau acidulée. Telle est, selon M. Kulhmann, la matière colorante rouge, mais qui retient encore une petite quantité de l'acide précipitant ; il ne reste plus, pour l'obtenir parfaitement pure, qu'à dissoudre ces flocons dans de

l'alcool absolu, et à y ajouter un peu de sous-carbonate ou de bi-carbonate de potasse sec et pulvérisé. La liqueur devient d'un rouge cramoisi intense. M. Kulhmann prescrit de la filtrer de nouveau, et de l'abandonner ensuite à une évaporation spontanée; il obtient, par ce moyen, dit-il, de petits cristaux disposés en feuilles de fougère qui lui ont présenté les caractères suivans :

1°. Ils sont très-solubles dans l'alcool, auquel ils communiquent une belle couleur rouge qui se conserve assez long-temps; cependant elle finit par s'altérer, et la matière colorante se précipite sous la forme de flocons bruns.

2°. Les cristaux jouissent d'une assez grande solubilité dans l'eau; mais, en concentrant les dissolutions, la matière colorante s'altère et se précipite.

3°. Les alcalis en facilitent singulièrement la dissolution dans l'eau, et *ils ne changent pas beaucoup la nuance*.

4°. Les acides précipitent cette matière colorante de ses dissolutions; cependant l'alcool la retient malgré l'excès d'acide; mais alors la couleur devient orangée.

Tels sont les seuls caractères cités par M. Kulhmann, et qui certes paraîtront loin d'être suffisans, car on ne saurait s'appuyer sur trop de faits lorsqu'il s'agit de prononcer dans une matière d'un si haut intérêt. Il eût été en outre bien à désirer que l'auteur eût fait connaître quels étaient les moyens qu'il avait employé pour s'assurer de la pureté de cette substance. Mais comme il n'a rien consigné à cet égard, notre premier soin a été de remplir cette lacune, et nous devons dire ici que

bien que nous nous soyons attachés à répéter scrupuleusement le procédé indiqué par M. Kulhmann, nous n'avons pu réussir à obtenir les cristaux dont il a fait mention, et cependant nous avons redissous dans l'alcool absolu le produit de la première évaporation afin d'éliminer une portion de substance moins soluble qui nous avait paru susceptible de gêner la cristallisation. Nous devons ajouter encore que nous avons répété à diverses reprises ce procédé, et que, quelque précaution que nous ayons pu prendre, soit pour la saturation de la teinture alcoolique, soit pour son évaporation, nous n'avons jamais pu apercevoir les cristaux de M. Kulhmann. Nous sommes fort éloignés néanmoins d'apporter le moindre doute sur la vérité du fait, mais comme il est à notre connaissance que d'autres chimistes ont également échoué dans cette expérience, il est à présumer que l'auteur a omis de citer quelques circonstances essentielles au succès de son opération. Quoi qu'il en soit, à défaut de ces cristaux, nous avons opéré sur le produit de l'évaporation de la teinture alcoolique purifiée autant que possible, et nous l'avons regardé comme ne contenant que la matière de M. Kulhmann.

Des observations antérieures nous avaient appris que les flocons fauves étaient acides par eux-mêmes, et indépendamment de l'acide précipitant. De là, nous en avons inféré que les cristaux dont on vient de parler, pourraient bien être dus à une combinaison de cet acide avec l'alcali du carbonate employé, et cet idée nous paraissait d'autant plus plausible que l'expérience nous avait aussi démontré que les flocons fauves n'acqué-

raient la teinte rouge cramoisie observée par M. Kulhmann que sous l'influence des alcalis. Pour vérifier donc cette conjecture, nous avons fait calciner dans un creuset de platine une certaine portion du résidu desséché de la teinture alcoolique, et nous avons recueilli une quantité très-notable de sous-carbonate de potasse. Ayant observé ce même résultat à diverses reprises, et indépendamment de toute circonstance accidentelle qui aurait pu le produire, nous avons bien été forcés d'admettre que M. Kulhmann n'avait point obtenu la matière colorante pure, et que la grande affinité de cette substance pour la potasse était telle, que leur combinaison réciproque pouvait s'effectuer même au milieu de l'alcool absolu, et quel que fût d'ailleurs le degré primitif de saturation de l'alcali par l'acide carbonique, puisque le sous-carbonate et le bi-carbonate produisaient les mêmes effets. On voit donc que le but n'était point atteint, et que pour y arriver, il fallait nécessairement se créer une autre méthode. Nous allons indiquer très succinctement comment nous avons été amenés à celle que nous avons adoptée.

On sait que M. Merimée, qui s'est occupé avec beaucoup de succès de la préparation des lacques de garance, recommande de soumettre d'abord cette racine pulvérisée à de nombreux lavages à l'eau simple, puis à l'eau alcalisée, et de terminer par des lavages acidulés. Ce n'est qu'après avoir ainsi épuisé la garance de toute matière soluble dans ces divers véhicules, que M. Merimée l'a fait macérer dans une solution d'alun qui jouit de la propriété de dissoudre la matière colorante rouge : on peut ensuite, à l'aide des alcalis, précipiter cette matière colo-

rante avec plus ou moins d'alumine. Il est certain qu'on obtient par ce moyen des laques d'un joli ton ; mais il est certain aussi que ce n'est qu'en sacrifiant une quantité considérable de matière colorante, et comme ce procédé est d'une longueur inouie, nous avons dû chercher une méthode plus expéditive et moins dispendieuse. Nous y avons été facilement conduits par la seule considération que puisque les teinturiers se servent, et avec grand avantage, de la garance, sans avoir recours à tous ces lavages préliminaires et interminables, c'était une preuve irrécusable que les premiers bains eux-mêmes contenaient au moins en suspension une grande quantité de la matière tinctoriale essentielle de la garance. C'est donc là que nous avons cru devoir la rechercher d'abord.

Cependant le procédé de M. Merimée nous démontrait assez que ce principe colorant n'était que fort peu soluble dans l'eau par lui-même, et qu'il ne pouvait y être retenu en quantité notable qu'à la faveur de quelques-uns des autres produits solubles. Or, tous ceux qui ont quelque habitude des analyses végétales savent combien, en pareil cas, la proportion du véhicule a d'influence sur la solubilité réciproque des principes, et personne n'ignore, par exemple, que tel corps peu soluble dans l'eau, lorsqu'il est isolé, pourra être enlevé en plus grande proportion dans une petite quantité de véhicule, par cela seul que les principes solubles qui l'accompagnent agiront plus fortement sur lui, alors qu'ils se trouveront dans un plus grand état de concentration. Ainsi donc, dans l'espérance d'entraîner en solution, au moins momentanée, plus de cette

matière colorante peu soluble par elle-même, nous n'avons fait nos premières macérations qu'avec une très-petite quantité d'eau, et nous avons été d'autant plus portés à en agir ainsi, que nous savions dès long-temps que ces macérations concentrées jouissaient de la propriété de se prendre en gelée lorsque le liquide n'avait séjourné que quelques instans sur la garance. Nous devons même ajouter que tout nous portait à croire que cette coagulation spontanée n'était qu'un résultat de la séparation de la matière colorante elle-même, qui, en raison de son peu d'affinité pour l'eau, tend toujours à l'abandonner.

En conséquence, nous avons délayé 1 kilogr. de garance d'Alsace dans 3 kilogr. d'eau pure, et après dix minutes de macération, nous avons jeté le tout sur une toile serrée, et nous avons immédiatement soumis le marc à une forte expression. Le liquide obtenu était d'un rouge brun; une portion a été soumise de suite à l'action de quelques agens, et l'autre a été déposée dans un lieu frais.

Déjà Watt a décrit (1) les principaux caractères de l'infusion de garance, et nous n'ajouterons ici que ceux qui sont relatifs à notre objet; ainsi nous dirons que cette infusion récente rougit le papier de tournesol d'une manière très-prononcée; que les acides, et surtout les acides minéraux y déterminent une coagulation assez abondante formée par la réunion de flocons gélatineux d'une teinte fauve; que la dissolution d'alun se comporte, en cette circonstance, comme un acide

(1) *Annales de Chimie*, t. IV.

faible ; que la dissolution d'étain et celle de plomb y produisent des précipités très-abondans ; et enfin que quelques gouttes de solution de potasse caustique versées dans ce premier lavage de la garance changent la nuance de rouge brun en une assez belle teinte groseille, et que la liqueur, loin d'être précipitée par ce réactif n'en devient que plus limpide.

Revenant maintenant à cette partie de la macération qui avait été abandonnée dans un lieu frais, nous rappellerons ce qui a déjà été indiqué précédemment, qu'après un temps plus ou moins court, et relatif au degré de concentration, on trouve cette liqueur tellement coagulée qu'elle ne forme plus qu'une masse tremblante semblable à celle qui se produit ou dans le lait ou dans le sang également abandonnés à une réaction spontanée. En agitant un peu fortement le vase qui contient ce produit, on voit la masse se diviser en gros caillots, d'où s'écoule une liqueur assez limpide et beaucoup moins colorée que celle dont elle provient, et si on jette le tout sur une toile serrée, la majeure partie de cette liqueur se sépare avec la plus grande facilité.

Si maintenant on en compare les propriétés avec celles de la macération primitive, on trouve;

1°. qu'elle rougit beaucoup moins le papier de tournesol;

2°. Que les acides n'y déterminent plus de coagulation, surtout lorsqu'ils sont affaiblis ;

3°. Que la potasse caustique, au lieu de donner une belle couleur groseille, comme dans le cas précédent, n'y produit plus qu'une nuance rougeâtre sale, de fort peu d'intensité, et que le précipité qui se forme, en

ajoutant une solution d'alun dans cette liqueur alcalisée, est d'un rouge fauve et livide.

Ces seuls caractères suffisent pour appuyer notre conjecture précédente ; c'est-à-dire pour faire voir que la portion de matière colorante rouge entraînée dans le premier lavage accompagne le coagulum, et que c'est-là où il la faut rechercher. Ainsi toute notre attention doit maintenant se diriger vers ce point, et nous demanderons la permission d'entrer dans quelques détails à cet égard.

Un premier essai fait sur le coagulum encore hydraté et bien lavé à l'eau distillée froide, nous a démontré qu'il conservait toujours la propriété de rougir très-sensiblement le tournesol ; il est donc certain qu'il contient un acide libre. Les alcalis caustiques, même très-étendus, l'attaquent facilement, et la dissolution paraît presque complète ; mais il résiste à l'action des carbonates alcalins. L'eau d'alun le dissout en partie ; la dissolution est d'un beau rouge cerise, et on obtient avec cette liqueur une fort belle laque. Nous y reviendrons plus tard. L'alcool concentré le dissout en grande partie, et ce véhicule acquiert une couleur d'un rouge brun foncé ; cette dissolution rougit encore le tournesol : elle acquiert une belle couleur pourpre par les alcalis, tandis que les acides en affaiblissent au contraire la nuance ; mais si on étend d'eau les deux liqueurs, on trouve que la teinture alcalisée se maintient en dissolution, et que l'autre au contraire, donne un abondant précipité où se retrouve encore la matière colorante, et même dans un plus grand état de concentration. Ce précipité, dissous dans les alcalis, four-

nit une teinture d'une couleur plus riche que la gelée elle-même, en telle sorte que nous avons cru être arrivés au terme que nous nous proposions d'atteindre, et qu'il ne nous restait plus qu'à l'obtenir en plus grande quantité, pour pouvoir étudier tous les caractères de ce principe colorant.

Nous avons donc répété notre expérience sur des proportions plus considérables, et après avoir laissé égoutter un temps suffisant le coagulum obtenu, nous l'avons repris et trituré avec de l'eau distillée pour le bien laver, puis il a été passé de nouveau.

Mais comme cette espèce de gelée se sépare difficilement de l'eau, nous avons été obligés d'avoir recours à la pression, moyen qui offre qnelques difficultés dans son exécution; car si on ne prend la précaution de comprimer très-graduellement et d'envelopper en outre cette gelée dans un grand nombre de doubles, tout passe au travers du tissu; tandis qu'en procédant avec soin on peut arriver jusqu'à la réduire en une pâte très-solide. C'est dans cet état de concentration que, traitée à diverses reprises par de l'alcool absolu bouillant, elle a fourni plusieurs teintures plus ou moins chargées, qui ont été toutes réunies dans un alambic et soumises à la distillation afin d'en retirer la majeure partie de l'alcool. Les $\frac{4}{5}$ environ étant obtenus, nous avons ajouté dans le résidu une petite quantité d'acide sulfurique (1), et le tout a été ensuite délayé dans plusieurs litres d'eau. Il s'est formé, comme précédemment, un

(1) L'acide qu'on ajoute n'a d'autre utilité que de diminuer encore la solubilité de ce produit.

abondant précipité d'un jaune fauve que nous avons lavé par simple décantation jusqu'à ce que l'eau de lavage ne précipitât plus par les sels de baryte. Arrivé à ce point, le dépôt a été recueilli sur un filtre, puis séché, et il nous a présenté les caractères suivans.

Sa couleur est celle du tabac d'Espagne; il est doux au toucher, mais il n'a rien de gras; sa saveur est presque nulle, et son odeur a quelque chose d'aromatique.

Il est fort peu soluble dans l'eau, mais en quelque sorte inépuisable par ce véhicule. Nous avons poussé les lavages à un point extrême sans pouvoir obtenir une liqueur incolore; elle est toujours d'un jaune doré plus ou moins intense.

L'alcool le dissout sans reste, et la dissolution, qui est d'un rouge brun, est acide.

L'éther ne le dissout qu'en partie, et prend une teinte d'un jaune pur; la dissolution est également acide, bien que l'éther soit parfaitement neutre.

Les alcalis caustiques en dissolution, mis en contact avec ce précipité, lui font prendre une couleur bleue d'autant plus belle et plus intense, qu'ils sont plus concentrés, et la nuance devient d'un beau pourpre plus ou moins violacé à mesure qu'on l'étend davantage d'eau; mais les laques qu'on obtient avec cette liqueur, et par les moyens ordinaires, n'ont qu'un ton sale et vineux.

Une chose qui nous a singulièrement étonnés, c'est que ce précipité, traité par l'eau d'alun, même bouillante, est à peine attaqué, et que la petite portion qui

se dissout ne donne qu'une teinte d'un rouge brun ; le précipité que l'ammoniaque y produit est d'un ton beaucoup plus vilain que dans l'expérience précédente. La manière dont se comporte en même circonstance le coagulum gélatineux, nous avait, il faut l'avouer, tout-à-fait éloignés de prévoir cet étrange résultat, dont nous ne chercherons pas pour le moment à discuter les conséquences.

Les expériences que nous venons de citer ne nous ayant que trop démontré qu'il s'en fallait de beaucoup que notre tâche fût remplie ; nous avons fait de nouvelles et nombreuses tentatives, mais toujours aussi infructueuses. Enfin, après des essais multipliés que nous nous garderons de rapporter ici, nous nous trouvions tellement rebutés par ce long et inutile travail que nous étions, comme il est arrivé à tant d'autres, sur le point de tout abandonner, alors qu'il nous vint dans l'idée d'étudier l'action de la chaleur sur notre précipité, et cette fois nous eûmes le bonheur inattendu d'obtenir un résultat qui vint ranimer et notre zèle et nos espérances. Voici le fait,

En soumettant la substance dont nous venons de faire mention, à l'action d'une chaleur modérée et long-temps soutenue dans un tube de verre, on voit surgir de ce produit, qui d'abord se ramollit et se fond en répandant une odeur de matière grasse chauffée, une vapeur d'un jaune doré formée de particules brillantes qui viennent se condenser à la partie mitoyenne du tube, et donner naissance à une zône distincte, laquelle se trouve bientôt toute tapissée de longues et belles aiguilles brillantes, qui s'entrelacent dans tous les sens

et réfléchissent une couleur rouge tout-à-fait semblable à celle du plomb chromaté natif.

Ces cristaux ont été soumis d'abord à quelques essais dont nous citerons les principaux. Ils sont peu ou point solubles dans l'eau froide ; mais quand ils sont bien purs, c'est-à-dire exempts d'une matière grasse qui paraît se vaporiser en même temps, alors l'eau bouillante en dissout une certaine proportion, et la solution est d'un rose pur. Cette liqueur, essayée par les moyens les plus sensibles, ne donne aucun signe d'acidité ni d'alcalinité.

L'alcool, et surtout l'éther, dissolvent ces cristaux presqu'en toute proportion ; mais une chose assez remarquable, c'est que la solution éthérée est toujours d'un beau jaune d'or, alors même que l'éther est d'une neutralité parfaite ; cette différence dépendrait-elle d'une plus grande ténuité moléculaire ? nous l'ignorons.

Les alcalis caustiques dilués exercent sur ces cristaux la même action que sur le précipité d'où ils proviennent ; cependant il faut observer que tantôt la solution paraît complète, et que d'autres fois la liqueur, après avoir acquis une couleur *pensée* des plus riches, laisse déposer au bout de quelques instans des flocons d'une couleur très-intense, tandis que le liquide surnageant reste tout-à-fait incolore.

Nous avons cru remarquer que cette différence de solubilité tenait à la présence de la matière grasse dont nous avons fait mention tout-à-l'heure en parlant de l'action de l'eau. Nous motiverons plus tard notre opinion sur cet objet ; mais nous observerons dès-à-présent que quand les cristaux ont été choisis bien détachés et bien

nets, ils se dissolvent instantanément lorsqu'on les projette dans une eau légèrement ammoniacale, et qu'ils y développent de suite une couleur magnifique ; tandis que quand on prend des cristaux plus grouppés et mousseux, ils se colorent et se divisent plutôt qu'ils ne se dissolvent dans le liquide.

Ainsi il paraît que dans un cas il se forme une combinaison insoluble avec les alcalis, tandis que dans l'autre il y a dissolution au moins momentanée.

Enfin, si on expose de nouveau ces cristaux à l'action de la chaleur, ils se subliment sans laisser de résidu charbonneux, et ne paraissent avoir éprouvé aucune altération sensible.

Ces seules expériences ne laissent aucun doute selon nous sur la préexistence de cette matière cristalline dans la garance, car si on voulait supposer qu'elle résulte de l'action de la chaleur, il serait bien difficile de concilier cette idée avec les propriétés que nous lui avons reconnues, et qu'on sait appartenir à la garance elle-même; cependant, pour plus de certitude, nous avons cherché à l'obtenir directement par la voie humide, et l'éther nous en a fourni le moyen. On sait que ce véhicule n'a point la propriété comme les autres de dissoudre collectivement un grand nombre de produits ; il ne les admet point aussi facilement les uns à la faveur des autres, et son action est beaucoup plus spéciale. C'est donc en traitant par ce dissolvant le méme précipité fauve qui nous avait fourni nos cristaux par sublimation, que nous sommes parvenus à extraire cette même substance, et qu'il nous a été possible de la recueillir sous la forme de petites aiguilles brillantes

ou de plaques micacées, d'un jaune doré, tout-à-fait semblables à l'or mussif, et qui laissent comme lui des traces durables sur le papier ou sur la peau. Les premières teintures éthérées donnent, par leur évaporation, des cristaux plus aiguillés ; mais à mesure qu'on épuise davantage, la cristallisation devient plus micacée, et ce n'est bientôt plus qu'une espèce de poussière brillante, qui tache les doigts comme celle qu'on retrouve sur les ailes de certains papillons.

Une chose que nous devons faire remarquer ici, c'est que les premiers cristaux aiguillés qu'on obtient paraissent tout-à-fait identiques avec ceux qui proviennent de la sublimation, mais il n'en est pas de même pour les autres, et le produit des dernières cristallisations semble ne presque plus contenir de matière colorante; ils se teignent à peine quand on les projette dans une eau ammoniacale, mais on les voit se résoudre immédiatement en une espèce de liquide huileux qui reste à la surface, en sorte qu'il paraît que ces derniers cristaux sont presque entièrement formés d'une matière grasse que l'éther dissout, et qui nous a semblé être acide.

Nous pensons donc, d'après tout ce qui précède, qu'on demeurera bien convaincu avec nous que ces cristaux que nous avons obtenus, soit par voie de sublimation, soit par voie de dissolution, ne sont autres qu'une substance colorante particulière contenue dans la garance, et comme désormais elle doit prendre rang au nombre des principes immédiats des végétaux, nous proposons de la nommer *alizarine* (1) que nous tirons

(1) Sa neutralité nous avait d'abord décidé à lui donner une terminaison masculine, comme on l'a assez généralement

du mot *ali-zari*, usité d'abord dans le Levant, et qui est maintenant consacré dans le commerce pour désigner la racine de garance entière.

Une fois l'existence de ce principe colorant bien constatée, une importante question se présente d'elle-même. Ce principe est-il bien celui d'où dérivent les belles couleurs qu'on obtient de la garance? Rien de plus facile au premier aperçu que de satisfaire à cette question, et les probabilités sont si grandes en faveur de l'affirmative, qu'il semblerait presque superflu d'en exiger davantage; mais cependant si on veut avoir recours à l'expérience, on trouve qu'il est beaucoup moins aisé qu'on n'aurait pu le penser d'offrir des preuves certaines à cet égard; en effet notre alizarine ne se dissout que fort peu dans l'eau, et on ne peut, à l'aide des alcalis, que nous avons vu y développer une couleur si riche, en tirer des laques d'une belle nuance : il y a plus, c'est qu'elle est à peine attaquée par l'eau d'alun, et que le peu qui s'en dissout ne communique à la liqueur qu'une teinte rouge-brune sale. Les alcalis en précipitent une laque beaucoup moins belle que toutes celles qu'on peut obtenir des autres *produits* de la garance; il est cependant vrai de dire qu'en certaines circonstances, mais que nous n'avons pu apprécier d'une manière assez nette, on obtient de belles laques. Ainsi nous avons

---

adopté pour les autres principes immédiats neutres; mais, en réfléchissant que toutes les matières colorantes obtenues à l'état de pureté ont reçu une terminaison féminine, nous avons cru plus convenable de nous conformer à la synonimie de ses analogues.

réussi par fois en dissolvant de l'alizarine dans une eau alcalisée, puis en ajoutant quelques gouttes de solution d'alun dans cette liqueur; mais il faut avouer aussi que nous n'avons pas constamment obtenu le même succès.

Conservant toujours l'idée, malgré ces résultats négatifs, que l'alizarine devait être le principe colorant essentiel de la garance, nous avons cherché à nous rendre compte de ces singulières anomalies, et nous avons pensé d'abord que le défaut de solubilité dans l'eau d'alun dépendait probablement de la trop grande cohésion de l'alizarine pure. En conséquence nous en avons fait dissoudre une petite quantité dans de l'eau alcalisée, d'où elle a été ensuite précipitée en flocons gélatineux par un acide, puis lavée, et enfin traitée par de l'eau d'alun. La solubilité a été en effet un peu augmentée par ce moyen; mais les autres résultats ont été absolument les mêmes. Forcés donc de chercher ailleurs le nœud de la difficulté, nous nous sommes trouvés réduits à des hypothèses. Voici le raisonnement qui nous a paru le plus plausible sur cet objet. Quelle que soit, avons-nous dit, la matière colorante de la garance, on ne peut concevoir sa solubilité dans l'eau d'alun qu'en admettant que cette solution soit une conséquence de l'affinité qui existe entre cette matière colorante et l'alumine, et ce qui semble encore autoriser à croire qu'il en est ainsi, c'est la couleur que contracte cette solution, couleur qui est précisément celle que les tissus acquièrent quand ils ont été mordancés par l'alumine et teints dans la garance. Or, avons-nous ajouté, si l'alizarine pure n'est pas soluble dans l'eau d'alun, c'est très-probablement parce qu'elle exerce

alors une moindre action sur l'alumine, ce qui dépend sans doute de ce que dans la garance elle est unie à un autre corps qui l'accompagne dans l'eau d'alun, augmente son action sur l'alumine, ou bien, ce qui revient au même, affaiblit l'énergie de l'acide sulfurique en se combinant directement avec lui. Cette manière d'envisager la chose nous a conduits à la connaissance d'un fait qui, selon nous, lui donne un grand caractère de probabilité; c'est qu'il suffit, pour précipiter la matière colorante de la solution alunée, d'y ajouter une petite quantité d'acide; la séparation est d'autant plus prompte que la proportion d'acide ajoutée est plus considérable; mais elle a toujours lieu par cette addition, et ce précipité, lavé et desséché, donne de l'alizarine par sublimation quand il a été obtenu par une forte proportion d'acide. Il est soluble dans l'alcool, dans l'éther, dans l'eau d'alun, et susceptible de fournir, par ce dernier moyen, des laques d'un ton rose très-pur. L'ammoniaque le dissout momentanément; la potasse ne produit pas le même effet. Or, nous pensons que l'explication naturelle de cette précipitation est que l'alumine se trouvant sous l'influence simultanée et presque égale de l'acide et de la matière colorante, tout est retenu en dissolution; mais que si une nouvelle dose d'acide vient augmenter par sa masse l'énergie attractive de celui déjà contenu dans l'alun, alors l'équilibre est rompu, la matière colorante se précipite et l'acide demeure seul en possession de presque tout le reste de l'alumine (1).

(1) Nous disons *presque tout le reste de l'alumine*, parce que l'expérience nous a démontré que la matière colorante

Quoi qu'il en soit de notre hypothèse, il n'en resterait pas moins à donner des preuves directes que l'alizarine est bien réellement le principe colorant de la garance, et voici les faits qui nous paraissent les plus concluans à cet égard.

Le coagulum gélatineux dont nous avons fait mention plus haut, jouit de la propriété de se dissoudre en partie dans l'eau d'alun, d'y développer une belle couleur rouge cerise, et de donner, à l'aide des al-

---

en entraînait une très-petite portion, et c'est à la présence de cette petite quantité d'alumine que nous attribuons la difficulté qu'on éprouve d'en séparer l'alizarine par sublimation, parce qu'elle est retenue par l'affinité de l'alumine, et que le seul moyen que nous ayons trouvé d'y démontrer la présence de l'alizarine a été de diminuer autant que possible la proportion d'alumine susceptible de se précipiter, en forçant beaucoup la quantité d'acide employé à la précipitation.

Avant que nous fussions parvenus à séparer de l'alizarine cette matière colorante qu'on précipite ainsi des solutions alunées, les caractères particuliers qu'elle présente, et surtout sa facile solution dans l'eau d'alun, nous avaient fait supposer que ce pouvait être une substance colorante particulière; mais, en l'étudiant de plus près, nous avons reconnu que ce n'était qu'une modification de l'alizarine qui se trouve là, unie à de l'alumine et à une substance azotée, du moins à en juger par l'odeur qu'elle répand lorsqu'on la brûle. Pour distinguer cette modification particulière de l'alizarine, nous l'avons nommée *purpurine*, en raison de la couleur qu'elle acquiert quand elle est débarrassée de l'acide qui a servi à sa précipitation.

calis, des laques d'un rose pur. Ce coagulum contient donc la matière colorante, et il donne directement de l'alizarine par sublimation. Or, remarquons que ce coagulum se dissout presque entièrement dans l'alcool absolu; que presque toute la portion dissoute est précipitée par l'addition de l'eau acidulée, et enfin que ce précipité est précisément celui qui contient l'alizarine en si grande abondance, et le seul produit qui donne du rouge avec les alcalis. Il est à remarquer que la portion non dissoute par l'alcool absolu contient beaucoup de phosphate de chaux et une matière azotée. Veut-on une preuve qu'on pourrait presque appeler directe? nous dirons que l'alizarine pure, convenablement délayée, donne par son application sur un tissu mordancé un rouge brun, susceptible de passer au rouge rosé par les avivages ordinaires. C'est ce dont il est très-facile à chacun de s'assurer. On en doit bien conclure, à notre avis, que si la matière colorante de la garance est une, ce ne peut être que l'alizarine; que, si au contraire cette matière colorante résulte de plusieurs principes, l'alizarine en fait partie essentielle, et qu'elle retrouve, dans les agens employés pour l'avivage, de quoi suppléer à ce qu'elle a pu perdre par son isolement. Dans tous les cas, et nous ne craignons pas de le dire, sa découverte conduira nécessairement à la solution des problèmes importans que les teinturiers ont depuis long-temps soumis à la sagacité des chimistes, et que l'empirisme n'a pu leur dévoiler jusqu'à présent. Cela posé, passons maintenant à quelques-unes des importantes applications qui peuvent dériver de notre travail.

Les peintres connaissent tous les bonnes qualités des laques de garance, et ils en estiment singulièrement l'éclat, la fraîcheur, et principalement la grande solidité. Cependant ces laques sont fort peu employées, et l'unique motif est le trop grand prix auquel on les établit. A Paris, deux personnes seulement s'occupent avec succès de cette préparation, et elles donnent à leurs plus beaux produits le nom de *carmin de garance*. Cette dénomination, choisie sans doute à dessein pour donner plus de valeur à ce produit, semblerait indiquer une matière colorante pure, ou du moins très-concentrée, et cependant il est certain que ces prétendus carmins ne sont autres que de véritables laques contenant beaucoup d'alumine. Les plus belles se vendent de 15 à 20 fr. l'once. Nous recevons aussi d'Allemagne des laques de garance, mais il s'en faut qu'elles aient les qualités des nôtres; leur couleur est beaucoup plus foncée, leur cassure est presque vitreuse; elles possèdent une certaine rigidité qui empêche qu'elles ne se délaient bien avec les corps gras auxquels on doit les unir, et cette grande intensité de couleur dénote assez qu'on en a rehaussé le ton à l'aide des alcalis caustiques; aussi ne gagent-elles rien à l'emploi, tandis que les autres, qui très-probablement sont précipitées par des carbonates alcalins, sont douces au toucher, se divisent facilement, et acquièrent une grande intensité de ton quand on les broie avec de l'huile. Il faut encore ajouter que leur teinte a beaucoup plus de fraîcheur.

Nous ignorons complètement les procédés suivis par MM. Bourgeois et Cossard qui fabriquent ces carmins

de garance ; mais comme leurs produits sont très-chers malgré la concurrence établie entre eux, il en faut bien conclure que leurs procédés sont dispendieux. Celui qui a été proposé par M. Mérimée, et dont nous avons fait mention dans le commencement de ce Mémoire, a, comme nous l'avons fait remarquer, le grave inconvénient d'être non-seulement d'une longueur démesurée, mais de sacrifier en outre un grande quantité de matière colorante. Ainsi le problême à résoudre maintenant est d'obtenir un aussi beau produit que ces Messieurs, mais par des voies plus courtes et moins dispendieuses. Or, quel est le résultat de ces lavages multipliés auxquels on a recours? n'est-ce pas évidemment d'après l'analyse de M. Kulhmann, d'enlever le mucilage, la matière végéto-animale, la gomme, le sucre et la substance colorante fauve, si tant est qu'il en existe une, et qu'elle ne soit pas une qualité d'un des corps précédens. Mais remarquons que la plupart de ces matières peuvent être détruites par la simple fermentation alcoolique ; et comme Dobereiner (1) nous assure que la fermentation respecte le principe colorant de la garance, et que Watt (2) dit aussi avoir observé que des bains de garance conservés jusqu'au point de répandre une odeur fétide, n'en jouissaient pas moins de la propriété de teindre aussi bien et peut-être même mieux qu'auparavant; nous avons été amenés naturellement à substituer la fermentation à tous ces lavages, et nous avons vu en effet que, sans autre

(1) *Journal de Pharmacie*, t. VII, p. 196.

(2) *Annales de Chimie*, t. IV, p. 146.

précaution que celle de délayer la garance moulue avec 5 à 6 parties d'eau, on obtenait en été une prompte fermentation spiritueuse; que le marc, qui ne communiquait plus qu'une faible couleur jaunâtre à l'eau, donnait cependant une belle teinture rouge lorsqu'on le faisait macérer dans une solution d'alun, et qu'enfin on pouvait, par les procédés ordinaires, séparer de cette teinture une laque d'une très-belle nuance. Ainsi la fermentation offre un bon moyen d'éliminer de la garance tout ce qui peut nuire à la beauté de la couleur, et cette méthode serait bientôt généralement adoptée si elle ne présentait aucune difficulté; mais en admettant que cette opération soit toujours identique dans ses résultats, encore est-il qu'on ne peut également bien l'effectuer dans toutes les saisons, ou qu'elle exigerait l'établissement d'étuves, et par conséquent un surcroît de dépense assez considérable pour présenter un obstacle réel. Ces motifs qui nous ont paru assez graves, puisqu'il s'agit d'un procédé à mettre entre les mains de tout le monde, nous ont engagé à chercher une méthode plus simple encore dans son exécution, et nous avons pensé que celle des lavages adoptée par M. Mérimée était susceptible d'en offrir les moyens en la réduisant, pour ainsi dire, au strict nécessaire, c'est-à-dire en éliminant la même proportion de matières solubles avec la moindre quantité d'eau possible. Or, voici les améliorations qui nous ont été suggérées par nos observations pratiques.

Les chimistes savent que le meilleur moyen de laver une substance n'est pas toujours de l'inonder d'une grande quantité de liquide, surtout lorsqu'il s'agit de

conserver une matière qui, bien que fort peu soluble, peut cependant se trouver entraînée en partie, eu égard à la grande quantité de dissolvant employé. La garance est d'une contexture spongieuse, et lorsqu'elle est gorgée d'humidité, une grande partie de la portion d'eau qui a pénétré jusque dans l'intérieur des fragmens les plus grossiers, y séjourne et ne se délaie point dans le reste de la masse, en telle sorte que, par rapport à cette partie, il devient presqu'inutile de multiplier les lavages. Ainsi le moyen d'aller plus vite c'est de prévenir cette stagnation, et le moyen de la prévenir c'est, comme chacun sait, de comprimer fortement.

C'est à l'aide de ces simples observations que nous sommes parvenus à obtenir en trois ou quatre heures seulement, les mêmes résultats qui exigeaient auparavant plusieurs mois consécutifs. M. Mérimée, qui a bien voulu assister à un de nos essais, a pu voir dans une même séance commencer et terminer une belle laque dont il a emporté un échantillon. Nous allons décrire la méthode que nous avons suivie devant lui. Elle consiste à délayer chaque kilogramme de garance (1) moulue, dans quatre kil. d'eau ; à laisser macérer pendant dix minutes seulement, puis à soumettre le tout à l'action d'une forte presse. Ce premier lavage est mis de côté pour en retirer la gelée. Aussitôt que la pression qu'on peut exercer ne détermine plus l'écoulement d'aucune portion de liquide, alors on procède à un second, puis à un troisième lavage absolument

(1) Nous devons avertir ici que toutes nos expériences ont été faites sur les garances d'Alsace.

de la même manière, et on soumet également à la presse à chaque fois. Ces trois lavages, qui durent ordinairement trois heures en tout, sont suffisans, et la garance, de jaune qu'elle était, a pris une assez belle nuance rosée. C'est dans cet état qu'on la soumet à l'action de l'eau alunée, et pour cela, on la délaie de nouveau dans 5 à 6 parties d'eau; on y ajoute $\frac{1}{2}$ partie d'alun concassé; on fait macérer ce mélange à la chaleur du bain-marie pendant deux ou trois heures; on agite de temps à autre à l'aide d'un morceau de bois; on coule ensuite sur une toile serrée, puis on soumet à la presse. Les liqueurs réunies sont ensuite filtrées au papier, et enfin on précipite avec une solution étendue de cristaux de soude; mais on a soin de ne pas en ajouter assez pour précipiter toute l'alumine, de la première fois. Si on fractionne, par exemple, la dose nécessaire en trois portions, on obtient trois précipités dont la richesse de teinte va toujours en décroissant, les premiers entraîneront d'autant plus de matière colorante qu'on les aura plus long-temps agités avec la liqueur. Le précipité une fois formé, il ne reste qu'à le laver par simple décantation jusqu'à ce que l'eau qui surnage en sorte parfaitement incolore.

Telles sont les simples manipulations qu'exige la préparation des belles laques de garance. On voit qu'elles sont d'une si facile exécution qu'il n'est personne qui ne soit à même de les entreprendre, et avant peu, nous n'en doutons pas, l'emploi de ces laques deviendra beaucoup plus fréquent. Nous ne croyons pas trop nous avancer en disant qu'à l'aide de quelques légères modifications que la pratique pourra

ntroduire encore dans notre procédé, leur usage s'étendra jusqu'aux objets les plus ordinaires, et qu'elles deviendront d'un prix assez bas pour qu'on puisse s'en servir même pour les papiers de tenture.

Nous devons faire remarquer maintenant que nous avons supprimé les lavages acidulés recommandés par M. Mérimée, mais que nous sommes loin d'en contester l'utilité, non pas cependant que nous partagions son opinion sur ce point. M. Mérimée pense qu'il existe dans la racine de garance une matière colorante violette particulière, qui se développe davantage ou du moins qui se met plus en évidence par les lavages aqueux, et comme cette couleur n'est propre qu'à ternir l'éclat de celle qu'on veut obtenir, alors il cherche à s'en débarasser au moyen des acides étendus qu'il regarde comme le véritable dissolvant. Nous observerons d'abord que rien ne nous paraît démontrer l'existence de cette matière colorante violette, et que la fleurée bleue observée sur les derniers lavages aqueux par M. Mérimée; provient, selon nous, d'une portion d'alizarine qui, d'abord entraînée en suspension, se sépare ensuite du liquide; et comme à cette époque tout l'acide naturel de la garance a été enlevé, et que très-probablement même il s'est développé un peu d'ammoniaque, alors cette couleur prend la nuance violette qu'elle est susceptible de contracter sous l'influence des alcalis: si de plus par le lavage acide, la garance reprend sa teinte jaune primitive, ce n'est pas, à notre avis, parce qu'on lui enlève cette prétendue couleur violette; mais uniquement parce que l'acide fait virer au jaune l'alizarine qu'elle contient.

Si cependant les lavages acides jouissent d'une utilité réelle, nous croyons que ce ne peut être qu'en enlevant des sels calcaires qui existent en assez grande abondance dans la racine de garance, et qui non-seulement fixent, en quelque sorte, une partie de la matière colorante dans le tissu ligneux, mais qui la suivent en certaines proportions dans ses dissolvans, et nuisent à la beauté de sa nuance. Cette manière de voir, que nous avons des motifs de croire fondée, s'accorderait difficilement avec l'opinion de Haussmann, que nous avons citée dans le commencement de ce Mémoire. Cet habile praticien prétend en effet que les sels calcaires sont très-favorables à l'extraction de la matière colorante de la garance, et il pense qu'ils agissent principalement en décomposant le sulfate de magnésie, dont il regarde la présence comme excessivement nuisible; mais, outre que l'existence de ce dernier sel n'a point été constatée par l'analyse de M. Kuhlmann, il paraît bien plus probable que le principal avantage de l'emploi du carbonate calcaire provient de l'action qu'il exerce sur l'acide de la garance en le saturant, et cela est si vrai, que dans la plupart de nos ateliers de teinture on le remplace par tout autre sous-carbonate alcalin (1).

Il nous resterait maintenant à signaler les avantages que l'art de la teinture peut tirer de nos observations,

---

(1) Au reste, quelles que soient les substances enlevées par les lavages acides, il est certain qu'ils n'ont d'autre but que d'empêcher que ces substances se trouvent réunies dans l'eau d'alun avec la matière colorante : or, nous croyons

mais cet objet est d'une si haute importance qu'il mérite bien à lui seul de faire l'objet spécial d'un travail; et si l'Académie daigne encourager nos premiers efforts, nous aurons l'honneur de lui soumettre un autre Mémoire dans lequel nous traiterons uniquement cette intéressante question.

MÉMOIRE *sur une nouvelle Méthode pour l'essai et le traitement de la Pyrite aurifère.*

PAR Mr J.-B. BOUSSINGAULT.

LES mineurs donnent le nom de *mines d'or* aux substances minérales, quelles qu'elles soient, qui renferment une suffisante quantité de ce métal pour être traitées avec profit. Parmi les minéraux aurifères on doit distinguer la pyrite de fer. Souvent mélangée avec différens sulfures, tels que la blende, la galène, le cuivre sulfuré, etc., elle constitue des masses minérales qui sont l'objet d'exploitations importantes; mais dans une semblable réunion l'argent se trouve presque toujours en plus grande proportion que l'or, et la séparation de ce dernier métal n'est plus alors qu'une opération secondaire.

---

avoir obtenu ce même résultat en forçant assez la proportion d'alun, pour que l'eau s'en trouve presque saturée, et qu'elle devienne par là même incapable de dissoudre d'autres corps que la matière colorante.

Parmi les véritables minerais d'or, c'est-à-dire les minerais qui ne fornissent que de l'or, c'est encore la pyrite de fer qui est le plus important par sa richesse et surtout par son abondance; on peut y joindre le fer oxidé, hydraté, qui, comme elle, forme des gîtes aurifères souvent considérables. Dans quelques localités la blende et le sulfure d'antimoine sont aussi exploités comme mines d'or.

Il y a deux méthodes connues pour traiter les minerais aurifères et argentifères; l'une, appelée *amalgamation*, consiste à enlever, par le moyen du mercure, l'or et l'argent des minerais préalablement préparés; l'autre, nommée *traitement par la fonte*, s'exécute en fondant les minerais, soit avec des matières plombifères, soit seuls, de manière à obtenir des mattes riches, qui sont ensuite soumises à l'action dissolvante du plomb fondu; les métaux précieux sont alors séparés du plomb par la coupellation.

Quoique ces deux méthodes soient très-répandues et qu'une d'elles, celle de l'amalgamation, ait pris naissance en Amérique, elles n'ont cependant pas encore pénétré dans tous les ateliers des mineurs américains; ainsi à la Vega de Supia où il existe d'abondantes mines d'or exploitées depuis longues années, aucune de ces méthodes n'est mise en pratique. La seule qu'on y connaisse est celle du lavage, et lorsque l'or se trouve disséminé dans une gangue pierreuse, on l'extrait en lavant le minerai broyé à la manière du sable.

Le lavage a été appliqué également à l'extraction de l'or des pyrites aurifères, et avec un tel succès, qu'il a permis de tirer parti d'un minerai quelquefois

rop pauvre pour être traité par l'amalgamation ou par a fonte ; et, sous ce rapport, on doit le considérer comme une méthode qui, convenablement modifiée, promet sur celles déjà connues de grands avantages : c'est ce que j'essaierai d'établir dans ce Mémoire, après avoir exposé le procédé tel que je l'ai vu pratiquer.

C'est sur les mines de Marmato, situées au N.-E. de la Vega, sur le versant du Rio Caucà qu'on extrait l'or de la pyrite par le lavage. Le terrain dans lequel se trouvent ces mines appartient à la grande formation de Syenite et de Grünstein porphyrique qui renferme les riches gisemens d'or de la province d'Antioquia. A Marmato, il existe de nombreux filons de pyrite aurifère qui, par leur puissance, en font un point très-important ; ces filons sont bien réglés ; leur direction presque constante est de l'E. à l'O. La pyrite repose ordinairement sur la roche, et n'est que rarement mélangée de gangue ; l'or s'y trouve disséminé en particules, quelquefois visibles à l'œil nu, mais le plus souvent, non-seulement il est impossible de l'apercevoir, mais encore des essais chimiques en décèlent à peine la présence, et ce métal y existe alors en si petite quantité qu'il ne faut rien moins que l'extrême abondance du minerai pour que le travail soit productif.

Pour extraire l'or de la pyrite, on la pulvérise et on la lave : voici comme cela se pratique à Marmato.

L'atelier est placé sur la pente de la montagne ; il se compose d'un hangard sous lequel peuvent tenir une douzaine de travailleurs ; dans le sol, on a pratiqué un grand trou circulaire ayant environ 6 pieds de pro-

fondeur et 10 pieds de diamètre. Des femmes (négresses) occupées à broyer, sont rangées autour de cette excavation; elles sont au nombre de dix, ayant chacune devant soi un pierre de porphyre élevée d'environ deux pieds au-dessus du sol, et inclinée vers le réservoir; cette pierre est en tout semblable à celles employées dans le pays à broyer le maïs; la molette dont elles se servent est pour l'ordinaire un morceau de pyrite qui contient du quartz.

Le minerai à moudre est placé près d'elles; c'est de la pyrite en morceaux : elles mettent un de ces morceaux sur la partie la plus élevée de leur pierre, et le réduisent en poudre à coup de molette; ensuite elles broient en ajoutant de l'eau pour faciliter le travail; la pyrite, à mesure qu'elle est broyée, glisse en consistance d'une pâte liquide dans le réservoir.

Lorsque, par le travail continu des broyeuses, le réservoir est rempli de pyrite moulue, on y fait arriver un courant d'eau qu'on laisse couler pendant une semaine, en ayant soin de remuer de temps à autre la matière; la pyrite étant ainsi débarrassée des terres qu'elle pouvait contenir, on procède au lavage.

Le lavage se fait dans un plat de bois, nommé *batea*, qui a la forme d'un cône très-applati, dont la base peut avoir 15 à 18 pouces de diamètre, et la hauteur 3 à 4 pouces. Des nègresses exécutent le lavage avec une rare habileté. Elles mettent environ 20 livres de pyrite broyée dans la batea et la plongent dans l'eau où elles sont elles-mêmes à mi-jambe; alors, après avoir délayé la pyrite avec la main, elles donnent à la batea un mouvement giratoire très-rapide, ayant soin

de lui donner de temps en temps différentes inclinaisons pour faciliter la sortie des matières qui se trouvent en suspension dans l'eau. Après avoir continué cette manœuvre pendant quelques minutes, elles sortent la batea de l'eau, et la tenant d'une main sous une inclinaison d'environ 45°, elles font tomber avec l'autre une grande partie de la pyrite qui se trouve étalée sur le plan incliné formé par la position de la batea. Elles opèrent sur ce qui reste comme il a été dit ci-dessus, jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une petite quantité de pyrite très-riche en or; alors elles redoublent d'attention, et finissent par obtenir l'or presque pur qu'elles mettent dans une espèce de boîte de corne appelée *cacho*. Lorsqu'elles ont réuni ainsi une certaine quantité d'or, elles le repassent à la batea pour bien le nettoyer, puis elles le font sécher dans une petite poêle de fer qui porte le nom de *secadera*. Après cette opération, la pyrite qui a été successivement séparée est soumise à un second et à un troisième lavage; elle fournit constamment de l'or. Lorsqu'elle a subi trois lavages, elle est mise en tas et abandonnée à l'air pendant huit ou dix mois; au bout de ce temps, on la broie comme si c'était du minerai neuf, et elle donne une nouvelle quantité d'or presque égale à celle du premier traitement; ce qui reste est encore jeté en tas et lavé, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'elle ait disparu dans les lavages.

L'eau provenant du lavage s'écoule vers le Cauca et dépose une pyrite très-divisée qui est lavée par des nègres libres, qui se nomment *masamoreros*; ils en retirent encore de l'or.

L'or qu'on retire des pyrites de Marmato n'est pas très-fin ; il a une couleur sale qui lui est particulière : à la Maison des Monnaies où il est envoyé, on paie pour 3 livres de cet or en poudre deux livres d'or monnayé.

Toutes les pyrites de Marmato sont aurifères, mais la quantité d'or qu'elles peuvent fournir varie considérablement ; quelquefois il arrive qu'en brisant un morceau de pyrite, on trouve des groupes de cristaux d'or qui pèsent plus d'une demi-once ; mais ces rencontres ne sont pas très-communes, et dans la plupart des cas la quantité d'or qu'elles contiennent est assez petite, et comme ce métal y est probablement très-inégalement disséminé, on conçoit qu'un essai chimique fait sur moins d'une once de minerai doit inspirer fort peu de confiance.

Pour connaître la richesse d'une pyrite considérée comme pauvre, mais qui était néanmoins travaillée avec bénéfice par les nègres, j'en ai fait broyer environ un quintal, et après avoir fait sécher la pâte, on en a pesé 80 liv. 5 onc. 12 gr. (troy).

Par trois lavages successifs on a obtenu 52,7 grains d'or en poudre.

Broyée de nouveau et lavée, cette pyrite a encore donné 40,3 grains de métal ; je ne poussai pas plus loin l'opération. Ainsi le poids total de l'or fourni par les 80 liv. 5 onc. 12 grains, ou, en réduisant en grains, par les 463212 grains de pyrite a été de 93 grains : donc la pyrite a produit $\frac{1}{5000}$ d'or. Ce nombre est sans doute au-dessous de la réalité, puisque cette pyrite aurait en-

core pu fournir de l'or si on l'avait exposée à l'air pendant quelques mois.

Si on analyse les différentes opérations pratiquées à Marmato pour l'extraction de l'or de la pyrite, on trouve que ces opérations sont fondées sur un bon principe, celui de la différence de pesanteur spécifique. En effet, l'or pesant de 14 à 19 (1), et la pyrite seulement 5, on conçoit qu'il doit être assez facile de séparer le métal par le lavage. L'exposition à l'air de la pyrite déjà lavée est également bien calculée; par cette exposition, une portion du minérai passe à l'état de sulfate qui est enlevé par les eaux pluviales; l'action atmosphérique s'exerce principalement sur le sulfure très-divisé, car après avoir été exposés plusieurs mois à l'air, les tas de minerai diminuent de volume, et la pyrite restante est en petits morceaux ayant en grande partie la forme cubique.

C'est, sans aucun doute, dans l'intérieur de ces petits fragmens qui ont résisté au broyage, et par suite à la décomposition, que réside l'or qu'on peut encore retirer en traitant la pyrite une seconde et une troisième fois.

Quant au moyen par lequel les nègres de Marmato écrasent la pyrite, il est entièrement défectueux; mais il serait facile de la broyer par des machines de manière à abréger considérablement l'opération; néanmoins, quel que soit le mode de broyage qu'on adopte pour réduire le minerai aurifère en poudre,

---

(1) Beaucoup de variétés de poudre d'or ne pèsent que 14 à 16, l'eau étant prise pour 1.

on doit craindre de ne pouvoir pas l'amener à l'état de ténuité désirable, car il est facile de pulvériser la pyrite; mais une fois arrivée à un certain degré de finesse, la difficulté augmente, particulièrement si c'est la variété cubique; on prévoit cependant l'importance qu'il y a à réduire la pyrite en poudre très-fine, puisque l'or peut rester caché dans de très-petits fragmens de ce minéral.

Il y a deux voies qui peuvent conduire à perfectionner la méthode suivie à Marmato : 1°. en diminuant la masse de minerai à traiter la quantité d'or restant la même; 2°. en transformant la pyrite par un moyen peu dispendieux en une matière plus légère qui se laisse entraîner aisément par l'eau, de manière à faciliter le lavage.

La première idée qui se présente pour diminuer la masse de minerai, est de le mettre dans des conditions favorables pour qu'il s'effleurisse avec rapidité; la pyrite passerait ainsi à l'état de sulfate dont on se débarrasserait ensuite par l'eau; malheureusement la pyrite cubique, au moins celle de Marmato, ne semble pas s'effleurir aisément; car après un temps très-long cette efflorescence n'est encore que partielle.

J'ai pensé que par le grillage on pourrait satisfaire à toutes les conditions en obtenant un oxide de fer plus tendre et plus léger que la pyrite, et qui par conséquent se laisserait moudre et laver beaucoup plus facilement. Par le grillage on diminuerait d'ailleurs le poids de la matière à traiter, puisque la pyrite de Marmato qui est le sulfure de fer $Fe\,S^4$ composé de

Fer. . . . . 100 ,
Soufre. . . . 117 ,

deviendra, par le grillage, l'oxide de fer $\dddot{Fe}$, contenant :

Fer. . . . . . . 100 ,
Oxigène. . . 45.

Il est donc évident que la quantité de fer restant la même , les 117 de soufre seront remplacés par les 45 d'oxigène , et que ce qui pesait 217 ne devra plus peser que 145 ; ainsi, par cette trnsformation , la pyrite perdra environ 0,33.

Guidé par ces considérations théoriques, j'ai soumis mes idées à l'expérience en opérant sur les petites quantités de pyrite que j'avais à ma disposition , et je me suis ainsi assuré que le meilleur procédé pour extraire l'or des pyrites aurifères, consiste à les transformer en oxide de fer par le grillage, et à broyer l'oxide en poudre très-fine; le lavage s'exécute alors avec une telle facilité que, par cette méthode, on parvient à découvrir la présence de l'or dans des pyrites qui n'en renferment qu'une quantité à peine appréciable , et qui échappent aux essais docimastiques les plus délicats.

Le grillage de la pyrite $Fe\,S^4$ ne présente aucune difficulté ; à la température rouge, le soufre brûle avec flamme, bientôt la flamme disparaît, et la matière se maintient quelque temps au rouge cerise; il faut alors agiter continuellement pour renouveler les surfaces , la couleur devient de plus en plus sombre, et l'on s'aperçoit que l'opération est terminée quand on ne sent plus l'odeur de l'acide sulfureux, et que malgré l'é-

lévation de température la matière reste comme éteinte. Lorsque le grillage a été bien conduit, il ne se forme pas une quantité sensible de sulfate de fer, et le bisulfure est entièrement converti en oxide rouge. C'est ce qui résulte des expériences suivantes, qui ont été faites dans le but de constater la perte éprouvée par la pyrite $Fe\,S^4$ lorsqu'elle est soumise au grillage.

N°. 1. Pyrite de Marmato; jaune de bronze, compacte; on y voit quelques cristaux cubiques; elle ne renferme pas de gangue.

Soumis au grillage..........	10000 grains.
Oxide rouge de fer produit...	6550;
Perte au feu................	3450 = 34,5 pour $\frac{0}{0}$.

N°. 2. Pyrite de Marmato; compacte, d'un jaune foncé, sans gangue.

Soumis au grillage.....	10000;
Oxide rouge obtenu....	6750;
Perte au feu...........	3250 = 32,5 pour $\frac{0}{0}$.

N°. 3. Pyrite de Marmato, en petits cristaux cubiques.

Soumis au grillage.....	16000;
Oxide obtenu..........	10600;
Perte au feu..........	5400 = 33,7 pour $\frac{0}{0}$.

N°. 4. Pyrite de Veragua près Panama; très-grand éclat, cassure largement conchoïde; elle est exploitée comme mine d'or.

Soumis au grillage.....	10000;	
Oxide obtenu.........	6670;	
Perte au feu.........	3330 = 33,3 pour $\frac{0}{0}$.	

On voit donc que la perte faite par les différentes pyrites diffère très-peu de 0,33 qui est celle indiquée par le calcul dans le cas où 100 de $Fe\,S^4$ se transforment en 100 de $\dddot{F}e$. On pense bien que cet accord ne peut plus avoir lieu dès que la pyrite soumise au grillage contient des substances étrangères, par exemple, comme cela arrive fréquemment à Marmato, où elle est mêlée de blende : ainsi 8000 grains d'une semblable pyrite ont perdu 1620 gr. ; ce qui répond seulement à une perte de 0,21. La faiblesse de cette perte est due à ce que, à la température nécessaire au grillage du fer sulfuré, la blende n'éprouve presque aucune altération ; c'est ce dont je me suis assuré en dissolvant une portion du minerai grillé dans un acide faible et examinant le résidu.

D'après ces résultats, on voit qu'on peut compter sur une diminution d'à-peu-près 0,25 dans le poids du minerai aurifère : cette diminution doit par conséquent apporter une économie notable dans le broyage et dans le lavage ; mais le plus grand avantage que présente le grillage de la pyrite provient de ce que l'oxide de fer qui en résulte peut passer au moulin.

L'oxide de fer aurifère une fois bien moulu, il est aisé d'en retirer l'or ; car il se délaie si complètement dans l'eau, qu'il suffit, pour effectuer le lavage, de faire tomber un filet de ce liquide sur l'oxide placé dans un vase, par exemple, dans un mortier, et d'agi-

ter avec précaution, pour que bientôt la plus grande partie de l'oxide soit enlevée; l'on aperçoit l'or mélangé avec des grains d'oxide de fer mal broyés. Avec un peu d'habitude, on le débarrasse promptement de toutes matières étrangères.

La propriété que possède l'oxide de fer moulu de se délayer facilement dans l'eau est due probablement à l'extrême ténuité de ses parties, du moins on ne saurait admettre que l'avantage que présente l'oxide sur la pyrite provienne de la différence de pesanteur spécifique de ces deux substances, car on peut s'assurer que cette différence n'est pas considérable; en effet j'ai trouvé qu'une pyrite mêlée de blende pesait 4,2. 150 grains d'oxide provenant de cette pyrite ont déplacé 50,6 grains d'eau, ce qui établit la pesanteur spécifique de l'oxide = 3.

Une autre pyrite pure pesant 4,9 a donné un oxide dont 96,3 grains ont déplacé 19,9 grains d'eau d'une pes. spéc. = 4,8. C'est par le lavage que j'ai déterminé la quantité d'or contenue dans les différentes pyrites soumises au grillage.

L'oxide de la pyrite	n° 1 a donné...	27,0 grains d'or.
Id..............	n° 2 a donné...	25,5 *id*.
Id..............	n° 3 a donné...	01,0 *id*.
Id..............	n° 4 a donné...	0,1 *id*.

J'ai essayé plusieurs fois de séparer l'or des matières avec lesquelles il est mélangé vers la fin du lavage, par le mercure; je m'en suis bien trouvé, principalement lorsque l'or était en poudre très-fine.

Comme moyen d'essai, le lavage de la pyrite grillée

me paraît être très-exact, et je le crois préférable aux essais par la voie sèche ou humide, autant par sa facile exécution que parce qu'il permet d'agir sur des quantités beaucoup plus fortes. Pour m'assurer de l'exactitude de l'essai par le lavage, j'ai essayé un même échantillon de pyrite aurifère de trois différentes manières.

Après avoir grillé la pyrite, on a divisé l'oxide en trois parties, chacune de 210 grains.

(*a*) 210 grains ont été traités par l'acide hydrochlorique bouillant; on a obtenu un résidu composé presqu'entièrement de blende noire qui avait échappé au grillage : ce résidu, qui pesait 23 gr., a été dissous dans l'eau régale; le sulfate de fer a précipité de cette dissolution 0,1 gr. d'or.

(*b*) 210 grains ont été scorifiés par du plomb qui n'était pas exempt d'argent; le plomb, passé à la coupelle, a laissé 0,15 gr. d'or argentifère qui dans l'acide nitrique s'est réduit à 0,1 gr. d'or.

(*c*) 210 grains, broyés et lavés dans un mortier, ont fourni 0,2 gr. de poudre d'or qu'on a fondue sous la moufle avec du plomb et un peu d'argent; le plomb coupellé a laissé un bouton qui par le départ a donné 0,1 gr. d'or pur.

Ces trois essais s'accordent parfaitement et rassurent sur l'exactitude du lavage.

Pour la pyrite aurifère il importe moins de connaître exactement sa richesse que de constater la présence de l'or; car une fois démontré qu'elle est aurifère, il est certain qu'elle mérite d'être livrée au travail : or, il est aisé de connaître promptement si une pyrite con-

tient de l'or par le moyen du grillage. Pour cela, il suffit d'opérer sur 40 à 50 grains de pyrite ; l'oxide qui provient du grillage est lavé dans un tube de verre long de 5 à 6 pouces et d'environ $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre ; en quelques minutes l'or est rassemblé au fond du tube, et n'y en aurait-il qu'une particule qu'on l'apercevrait distinctement. Ce moyen d'épreuve, qui peut s'exécuter par-tout, est susceptible d'une grande précision ; je l'ai toujours fait précéder les nombreux essais que j'ai faits sur la pyrite aurifère, et il ne m'a jamais trompé. Si, par les procédés combinés du grillage, du broyage et du lavage, on est parvenu à extraire de l'or en agissant sur de petites quantités de pyrite aurifère, on doit être convaincu que les mêmes procédés s'appliqueront aussi avantageusement en opérant sur une plus grande échelle ; le succès de ces opérations ne saurait être douteux, puisqu'elles sont journellement pratiquées là où il y a des travaux métallurgiques.

Dans le traitement en grand de la pyrite, le grillage pourra s'effectuer dans des fourneaux à réverbère ; il ne présentera sans doute pas de plus grandes difficultés que celui des minerais mélangés de sel qu'on grille pour l'amalgamation.

Le grillage en tas, comme il se pratique dans le Hartz et à Chessy, conviendrait peut-être comme plus économique ; un semblable grillage, où il peut entrer 5000 quintaux de minerai s'il était composé de pyrite de Marmato, pourrait renfermer depuis 1 jusqu'à 13 quintaux d'or en poudre.

Pour moudre l'oxide de fer provenant du grillage de la pyrite, on pourra se servir de moulin à blé, ainsi

que cela se pratique dans les usines d'amalgamation. Dans ces usines, un semblable moulin peut débiter environ 24 quintaux de minerai grillé dans un jour ; on doit penser qu'il moudra la même quantité de pyrite grillée.

L'oxide de fer moulu pourra se laver dans trois ou quatre grands bassins placés en amphithéâtre ; pour nettoyer l'or des matières étrangères avec lesquelles il est mêlé vers la fin du lavage, on pourrait achever cette opération dans la batea, ou employer le mercure pour enlever l'or.

Tels sont les moyens généraux qui me paraissent devoir être employés pour extraire l'or de la pyrite. Quant aux détails d'exécution, ils seront saisis facilement par les personnes habituées au travail des mines.

La méthode du grillage est également convenable pour extraire l'or de la blende et du sulfure d'antimoine.

La blende exige, pour se griller, une température plus élevée que la pyrite ; mais le produit du grillage se lave très-bien.

Le sulfure d'antimoine offre encore moins de difficulté que la pyrite ; il se grille facilement à une très-basse température : l'oxide gris qui se produit est très-promptement entraîné par l'eau ; la perte éprouvée par le sulfure d'antimoine pendant le grillage s'élève quelquefois à 0,47 ; cette énorme perte est due à la volatilisation d'une partie du sulfure. Un minerai composé en grande partie de sulfure d'antimoine, qui provenait des environs de Pamplona, essayé par le grillage, a donné les résultats suivans :

1000 grains soumis au grillage......	1000 gr.
Ont produit minerai grillé........	528
La perte a été de..................	$472 = 0,47$.

L'oxide d'antimoine broyé a laissé par le lavage 1,3 grains d'or en poudre.

On peut donc espérer d'étendre la méthode par le grillage au traitement de tous les sulfures aurifères. Quant aux avantages que présente cette méthode sur celles de la fonte et de l'amalgamation, il est facile de les apprécier dès à présent, puisqu'elle n'est autre chose que l'application de procédés connus et généralement pratiqués, à un cas particulier.

Mariquita, juillet 1826.

Sur *le Fer contenu dans le sang, et sur l'influence des substances organiques sur la précipitation de son peroxide.*

Par M. Henri Rose.

On sait depuis long-temps que le sang contient une quantité très-sensible de fer. Berzelius, dans ses *Recherches sur les substances animales*, a constaté ce résultat, en montrant cependant que la présence du fer dans la matière colorante du sang, le seul des trois principes immédiats de ce liquide qui contienne de ce métal, ne pouvait être démontrée par aucun réactif dans sa dissolution dans l'eau, et que ce n'était qu'a-

près sa décomposition par le feu, qu'on pouvait trouver le fer dans sa cendre. Il a réfuté l'opinion autrefois dominante de Fourcroy, que le sang devait sa couleur rouge au sous-phosphate de fer; mais il a laissé indécis si c'est effectivement au fer que cette couleur est due. Brande et Vauquelin ont nié plus tard la présence du fer dans la matière colorante; mais Berzelius a montré de nouveau que cette matière se distingue des autres substances animales par une quantité remarquable de fer, et ce résultat découle aussi des dernières expériences d'Engelhart sur la nature du principe colorant du sang. Engelhart a montré que lorsqu'on traite par le chlore une dissolution de la matière colorante dans l'eau, cette matière est décomposée; qu'il se forme une substance en flocons insoluble dans l'eau, qui, étant séparée par le filtre, permet d'obtenir par les réactifs ordinaires tout le fer contenu dans le liquide.

En répétant l'expérience d'Engelhart, que j'ai trouvée exacte, quoique le fer précipité par l'ammoniaque contienne une petite quantité de phosphate de chaux et de sous-phosphate de fer, j'ai reconnu que si on ne sépare pas les flocons par le filtre, et qu'on ajoute de l'ammoniaque en excès, la matière insoluble se dissout de nouveau; le liquide prend une couleur d'un rouge obscur-foncé, et il ne se précipite pas de fer. A la vérité, après un long repos, on voit des flocons se déposer, mais ils contiennent à peine des traces d'oxide de fer; la presque totalité reste dans la dissolution ammoniacale. Ainsi la matière colorante rouge et la matière floconneuse provenant de sa décomposition par le chlore, ont la propriété d'empêcher la précipitation

du fer par les alcalis. On peut même ajouter à la matière colorante une quantité considérable d'une dissolution de fer sans que l'oxide soit ensuite précipité par les alcalis. Si l'on détruit la matière colorante par le chlore et qu'on sépare la matière insoluble, tout le fer peut être précipité par les réactifs; mais il ne l'est plus si on laisse dans la dissolution cette matière insoluble. Cependant il y a un terme pour ces expériences auquel le fer est précipité en partie; c'est lorsqu'il est en trop grande quantité relativement à la matière colorante du sang. Il est à remarquer que lorsque le chlore a détruit la matière colorante du sang, il ne reste plus en dissolution que de très-petites quantités de matière organique.

Voyant que la matière insoluble produite par l'action du chlore sur la matière colorante, avait, comme cette dernière, la propriété d'empêcher la précipitation du fer, j'ai cherché si d'autres substances organiques ne jouiraient pas de la même propriété.

Le *sérum* du sang d'homme, de bœuf et de mouton et l'albumine de bœuf peuvent être mêlés avec une quantité considérable d'une dissolution de fer, et empêcher de reconnaître la présence de ce métal par les réactifs ordinaires.

L'ammoniaque et les autres alcalis, quoique en grand excès, ne produisent aucun précipité : ils font même disparaître celui occasionné par l'addition de l'albumine à de petites quantités d'une dissolution de peroxide de fer. Si l'on ajoute de l'hydro-sulfate d'ammoniaque à une dissolution ammoniacale de sérum ou d'albumine à laquelle on a mêlé une grande quantité de dissolution

de fer, il ne se formera aucun précipité de sulfure de fer. La teinture de noix de galle ne donne point également de précipité; la dissolution se colore légèrement en brun, mais point en noir.

En général, le peroxide de fer et d'autres oxides cessent d'être précipités par les alcalis, lorsqu'à leur dissolution on ajoute une substance organique soluble dans l'eau, ayant la propriété de se décomposer entièrement à une température élevée. Au contraire, lorsqu'une substance organique soluble dans l'eau, se volatilise en totalité ou en grande partie, sans se décomposer, elle n'empêche point le fer d'être précipité entièrement par les alcalis.

J'ai trouvé la première propriété dans une dissolution chaude de gélatine ou d'amidon, dans la gomme arabique, le mucilage de graine de lin, le sucre de canne, le sucre d'amidon, le sucre de diabète, la glycérine, la mannite, les acides pectique, quinique, mucique, malique, citrique, tartrique. A la vérité, ce dernier acide est connu depuis long-temps pour jouir de cette propriété.

J'ai trouvé la propriété contraire dans les acides oxalique, acétique, formique, pyro-tartrique, pyrocytrique, pyro-mucique, les deux acides que l'on obtient par la distillation de l'acide malique pur (1); les

(1) Par la distillation de l'acide malique pur on obtient deux acides différens que M. Lassaigne a décrits; l'un très-soluble dans l'eau et l'autre peu soluble. Le dernier a beaucoup de ressemblance avec l'acide benzoïque; mais il s'en distingue en ce que les benzoates à base d'alcali précipitent

acides succinique, benzoïque, butirique, caproïque, phocénique, et dans l'alcool et l'éther sulfurique. On ne doit employer, pour précipiter le fer, que des alcalis caustiques ; car, lorsqu'ils sont carbonatés, la précipitation est incomplète. Je dois remarquer que les substances que je viens de citer doivent être très-pures ; car si elles ne l'étaient pas, elles empêcheraient, au moins en partie, la précipitation du fer par les alcalis. Ainsi les acides inflammables souillés d'huile empyreumatique empêchent aussi bien la précipitation du fer que les substances qui ne sont pas volatiles ; mais on n'entend parler ici que des huiles empyreumatiques qui ne se volatilisent pas sans se décomposer.

L'acide urique est de toutes les substances organiques qui ne se volatilisent pas sans se décomposer, la seule qui n'empêche pas la précipitation du fer par les alcalis, lors même que ce métal n'est dans la dissolution qu'en très-petite quantité.

L'alumine se comporte avec les substances organiques absolument comme le fer : il faut seulement une plus grande proportion de celles qui ne se volatilisent pas pour l'empêcher d'être précipité par l'ammoniaque.

Puisque certaines substances organiques ont la propriété d'empêcher quelques oxides métalliques d'être précipités par les alcalis, on doit éviter de les intro-

---

la dissolution d'alun, tandis que les sels de l'acide pyromalique ne la troublent point, et que le précipité produit dans les dissolutions neutres de plomb est plus soluble et plus cristallin avec les benzoates qu'avec les pyro-citrates.

duire dans leur dissolution. Il suffit, par exemple, qu'un filtre sur lequel on aura recueilli du sulfure de fer soit dissous avec lui dans l'eau régale, pour que l'ammoniaque ne donne plus de précipité.

Lorsqu'on veut séparer l'oxide de fer d'avec l'acide titanique ou d'avec d'autres corps qui ne sont point précipités des dissolutions alcalines par l'hydro-sulfate d'ammoniaque, on doit donner la préférence à l'acide tartrique sur toutes les autres substances organiques non volatiles. On peut alors précipiter entièrement le fer par l'hydro-sulfate d'ammoniaque, et le sulfure de fer obtenu se laisse, au bout de quelque temps, séparer entièrement par un filtre épais et laver très-bien avec de l'eau contenant un peu d'hydro-sulfate d'ammoniaque, lorsque le lavage se fait sans interruption. On pourrait, à la place de l'acide tartrique, employer d'autres substances organiques non volatiles; mais il y en a plusieurs, comme le sucre, par exemple, qui sont tout-à-fait impropres pour cet objet, parce que le fer n'est pas alors précipité par l'hydro-sulfate d'ammoniaque; la dissolution prend seulement une couleur faible de vert foncé.

Extrait *d'un Mémoire sur les Muriates ammoniaco-mercuriels.*

Par M. Soubeiran.

(Communiqué par l'Auteur.)

Il existe deux espèces de muriates ammoniaco-mercuriels; l'un, insoluble, avait déjà été étudié par Four-

croy; l'autre est très-soluble, et son existence avait seulement été soupçonnée par les chimistes.

Muriate ammoniaco-mercuriel soluble (sel alembroth). En faisant dissoudre dans l'eau distillée parties égales d'hydro-chlorate d'ammoniaque et de deuto-chlorure de mercure, on obtient par des évaporations successives et ménagées plusieurs cristallisations d'hydro-chlorate d'ammoniaque de plus en plus salies par du sel mercuriel, et enfin des cristaux prismatiques rhomboïdaux. Ces cristaux sont le sel alembroth.

On obtient plus promptement ce sel en mélangeant le sel ammoniac et le sublimé corrosif dans les proportions indiquées par l'analyse, et faisant cristalliser leur dissolution. Il est bon d'observer toutefois que la première cristallisation doit être mise à part; l'expérience ayant fait voir qu'avant que la combinaison des deux sels se soit opérée il y a volatilisation d'une portion de muriate d'ammoniaque, d'où résulte un excès de chlorure de mercure dans la liqueur. Comme il est beaucoup moins soluble que le sel alembroth, il cristallise le premier.

Quand le muriate ammoniaco-mercuriel s'est déposé par une évaporation lente dans le vide, il se présente sous la forme de longs prismes rhomboïdaux comprimés, qui souvent s'agglomèrent ensemble de manière à former des cristaux irréguliers plus ou moins cannelés. Les prismes isolés sont terminés par une base simple perpendiculaire à l'axe. Rarement il y a une troncature sur les arêtes de la base; plus souvent l'angle dièdre le plus obtus des prismes est tronqué, de

rte que la forme rhomboïdale est remplacée par une
rme hexagonale symétrique.

Quand les cristaux se sont déposés plus rapidement,
s forment des aiguilles nombreuses entrelacées aux-
uelles on reconnaît aisément à la loupe la forme dé-
rite ci-dessus.

Les cristaux sont transparens; ils deviennent opa-
ues à une température d'environ 36 à 40° par leur
écomposition et la transformation de l'hydro-chlorate
le mercure en eau et en chlorure métallique. Si l'on
hauffe plus fortement, on obtient un sublimé riche en
el ammoniac et un résidu qui contient comparative-
nent plus de mercure.

L'air est sans action sur le sel alembroth. Il y con-
serve sa transparence, et n'y est pas déliquescent.

L'eau bouillante dissout le sel alembroth presqu'en toutes proportions; 100 parties d'eau à + 10° en dissolvent 151 parties.

Quand on porte à l'ébullition une solution de sel alembroth, la vapeur qui s'élève a une saveur métallique très-prononcée. En la recevant dans un appareil approprié, le liquide qui en provient précipite par le nitrate d'argent et l'acide hydro-sulfurique, parce qu'une portion de sel s'est volatilisée.

L'ammoniaque est sans action sur le sel alembroth.

La potasse et la soude, quand les liqueurs ne sont pas très-concentrées, ou que les alcalis ne sont pas ajoutés en grand excès, donnent un précipité blanc de muriate ammoniaco-mercuriel insoluble. Une plus grande quantité d'alcali, surtout à sec, sépare de l'hy-

drate jaune de mercure, et toute l'ammoniaque est dégagée.

L'hydrogène sulfuré donne un précipité blanchâtre, qui passe au rouge et enfin au noir.

Les acides sulfurique, nitrique et muriatique sont sans action sensible sur la dissolution de sel alembroth.

L'expérience a fait voir dans le muriate ammoniaco-mercuriel une combinaison d'hydro-chlorate de mercure et d'hydro-chlorate d'ammoniaque. La proportion de mercure a été reconnue en précipitant une dissolution de sel alembroth par un courant de gaz hydrogène sulfuré, et recueillant le bi-sulfure de mercure. Les résultats ont été confirmés par une contre-épreuve qui consistait à chauffer un poids connu de sel mercuriel avec un excès de potasse caustique, de manière à chasser l'ammoniaque et revivifier le mercure. L'expérience se faisait dans un petit matras dont le col avait été tiré à la lampe dans une assez grande longueur pour éviter la déperdition du mercure.

La quantité de chlore a été déterminée par les moyens ordinaires, en dissolvant le sel alembroth dans l'eau, et le précipitant par le nitrate acide d'argent.

Pour connaître la proportion d'ammoniaque, il a été fait usage de la propriété que possède la potasse de décomposer le sel alembroth, et de celle dont jouit le chlore de transformer le gaz ammoniac en azote et en hydro-chlorate d'ammoniaque. En recueillant l'azote, on peut savoir, par le calcul, quelle quantité de gaz ammoniac lui a donné naissance.

Les expériences précédentes ont donné, pour 1000 parties :

Mercure,	512;
Chlore,	362;
Ammoniaque,	90;

et comme l'ammoniaque y est sans contredit à l'état d'hydro-chlorate, le sel serait composé de

Mercure,	0,512,
Chlore,	0,173;
Ammoniaque,	0,090;
Acide hydro-chlorique,	0,195;
	0,970;

résultat qui dénote une perte de 0,03.

Comme, dans les expériences qui consistent à déterminer les proportions de chaque élément d'un corps par des analyses séparées, on arrive plutôt à avoir une augmentation de poids qu'une perte, il est permis de supposer que le mercure lui-même était à l'état d'hydrochlorate; dans ce cas, l'analyse aurait donné :

Oxide de mercure,	0,552;
Acide hydro-chlorique,	0,372;
Ammoniaque,	0,090.
	1,014.

Cette supposition est confirmée par l'expérience suivante. Après être resté exposé pendant long-temps à une chaleur de 100 degrés, du sel alembroth bien sec et pulvérisé avait perdu les 0,055 de son poids, et cette perte aurait dû être de 0,05 si elle eût été le résultat de la transformation de l'hydro-chlorate de mercure en chlorure. Il est peu probable que cette eau soit de l'eau de

cristallisation ; la quantité en est trop faible, et son existence, en proportion convenable pour transformer le chlorure de mercure en hydro-chlorate, doit faire penser que le muriate ammoniaco-mercuriel est un hydro-chlorate double. Il est formé de

1 atome d'hydro-chlorate de mercure,	0,727 ;
4 atomes d'hydro-chlorate d'ammoniaque,	0,273.
	1,000.

Muriate ammoniaco-mercuriel insoluble. Ce sel a été préparé en précipitant une dissolution de sublimé corrosif par l'ammoniaque caustique.

La proportion de mercure a été reconnue en dissolvant une certaine quantité de sel par l'acide hydro-chlorique, et la décomposant par un courant de gaz hydrogène sulfuré.

Pour reconnaître la proportion de chlore, on précipitait par le nitrate d'argent la liqueur provenant de la décomposition, par l'hydrogène sulfuré, du muriate ammoniaco-mercuriel délayé dans l'eau. Dans quelques expériences, l'acide hydro-sulfurique était chassé par l'ébullition ; dans d'autres, il était précipité en même temps que le chlorure d'argent, et celui-ci était isolé par l'ammoniaque.

L'expérience a donné :

Mercure métallique,	0,82 ;
Chlore,	0,079 ;

et combinant, par hypothèse, au mercure, tout le chlore qui a été fourni par l'analyse, on a :

Deutochlorure de mercure,	0,30;
Mercure métallique,	0,60;

c'est-à-dire que les $\frac{3}{4}$ du mercure n'étaient pas en combinaison avec le chlore; ils étaient sans doute à l'état d'oxide et unis à l'ammoniaque : or, 0,60 de mercure prendraient 0,047 d'oxigène, et en supposant que la perte qui resterait encore sur les résultats de l'analyse représentât l'ammoniaque, on aurait :

Deutochlorure de mercure,	0,30;
Oxide de mercure,	0,647;
Ammoniaque,	0,053.
	1,000.

Cette quantité d'ammoniaque, comparée à la proportion d'oxide de mercure, ferait voir dans leur combinaison un sel dans lequel l'oxide de mercure ferait les fonctions d'acide, et dans lequel la proportion d'ammoniaque serait telle que, en la supposant remplacée par une quantité équivalente d'une base oxigénée, l'oxigène de la base serait à l'oxigène de l'acide dans le rapport de 1 à 2, c'est-à-dire que le multiple représentant l'oxigène de l'acide serait précisément le nombre qui représente les atomes d'oxigène dans l'oxide de mercure. Ainsi ce mercuriate serait soumis à la loi de composition de la plupart des sels neutres, et le muriate ammoniaco-mercuriel insoluble serait un véritable sel double composé de

1 atome de deutochlorure de mercure;
3 atomes de muriate d'ammoniaque.

Sa composition théorique est :

Mercure.	20,6	= deutochlorure de mercure......			27,9.
Chlore.	7,3				
Mercure.	62,1	oxide de mercure	66,9	mercuriate d'ammoniaque	72,1.
Oxigène.	4,8				
Ammoniaque................			15,2		
					100.

(Extrait du *Journal de Pharmacie*, t. XII.)

SUR *une nouvelle Classe de Phénomènes électro-chimiques.*

PAR M. LÉOPOLD NOBILI.

BIEN que l'action chimique de la pile soit connue depuis plusieurs années, nos connaissances sur ce genre de décomposition ne sont pas très-étendues. Tout ce que nous savons de certain se réduit à ce résultat connu, que l'oxigène et les acides s'attachent au pôle positif, tandis que l'hydrogène et les bases alcalines et métalliques s'attachent au pôle négatif. Cette séparation des élémens n'exige, généralement parlant, aucune précaution particulière ; il suffit, pour qu'elle ait lieu, que le liquide à décomposer entre dans le circuit voltaïque au moyen de deux fils de platine qui y plongent, et communiquent en même temps avec les deux pôles de la pile. J'ai varié cette disposition primitive et ordinaire de l'appareil, et j'ai obtenu de cette manière certains résultats qui me semblent ouvrir une nouvelle carrière de recherches. Je me sers d'un artifice semblable à celui qu'a employé M. Wollaston pour décomposer l'eau par

l'électricité ordinaire : ce physicien soumit le liquide à l'action d'étincelles électriques tirées des pointes de deux fils d'or très-déliés et isolés dans des tubes de verre. Je concentre, de même, le courant venant de l'un des pôles, dans un fil de platine dont la pointe aboutit au liquide à décomposer ; j'amène le courant de l'autre pôle par un conducteur qui s'étend, à son extrémité plongeante, en un disque, ou en une surface plate de toute autre forme que je place perpendiculairement à la direction du circuit, très-près de la pointe du fil de platine. L'intervalle que je laisse entre ce plan et la pointe est seulement d'une demi-ligne, ou moins encore, et je le règle aisément en adaptant aux conducteurs un mécanisme convenable. Les phénomènes que j'ai à décrire se manifestent à la surface du plan ; ils dépendent de la nature de ce conducteur et prennent naissance précisément vis-à-vis de la pointe qui termine le conducteur opposé. Ce dernier, ne présentant rien de remarquable dans les expériences en question, peut demeurer toujours le même : seulement il vaut mieux qu'il soit de platine pour sa conservation, et de plus il convient, pour plusieurs cas, qu'il soit bien effilé à son extrémité. Les phénomènes se produisent en peu de temps à l'aide d'un courant modéré : quelques secondes suffisent quelquefois à l'expérience ; quant à l'intensité des courans, je dirai que je me suis toujours borné à celle du courant produit par une pile de 12 petits élémens d'un pouce carré de surface. J'exposerai mes observations dans l'ordre où je les ai faites, sans entrer pour le moment dans beaucoup de détails, et sans proposer aucune théorie.

Ceci n'est donc qu'un récit d'expériences destiné à mettre les physiciens à même d'observer et de suivre une classe de phénomènes qui me paraissent nouveaux, et qui d'ailleurs sont très-faciles à obtenir. Ces phénomènes varient selon que le pôle auquel est attaché le conducteur terminé par un plan, est *positif* ou *négatif :* en conséquence, pour éviter toute confusion, j'aurai soin d'ajouter toujours au métal en expérience le nom du pôle auquel il appartient.

Sulfate de cuivre (1). Ce sel a été mis en expérience avec l'argent, le platine, l'étain, le bismuth et le laiton. L'argent et le laiton sont les deux seules substances métalliques qui aient produit des phénomènes distincts.

Sur l'argent *positif* (c'est-à-dire communiquant avec le pôle *zinc* de la pile), il se forme vis-à-vis de la pointe du conducteur négatif, quatre ou cinq cercles concentriques alternativement clairs et obscurs.

Sur l'argent *négatif* (c'est-à-dire communiquant avec le pôle *cuivre* de la pile), il se forme ordinairement trois petits cercles concentriques par le dépôt du cuivre provenant de la décomposition du sulfate : le plus petit et le plus grand sont d'un rouge foncé ; le cercle

---

(1) Ce sel et tous ceux dont il est question dans la suite de ce Mémoire, étaient en solution dans de l'eau distillée ; je n'ai pas tenu compte de leurs proportions, mais je dois dire en général que, afin de ne pas manquer les expériences, j'ai eu soin d'employer des solutions très-chargées.

Les diverses préparations chimiques dont j'ai fait usage, m'ont été fournies avec autant d'obligeance que de talent par M. Merosi, professeur de chimie à Reggio.

intermédiaire est d'une teinte plus claire : ce sont là les couleurs du cuivre à l'état d'oxide et à l'état métallique. Une couche d'acide nitrique passée légérement sur le disque attaque ces différens cercles : ceux qui sont formés de l'oxide de cuivre disparaissent presque entièrement ; celui qui est formé de cuivre pur subsiste parsemé d'un peu d'oxide. Au lieu de ces trois cercles, il s'en forme quelquefois quatre et même cinq, dont les teintes alternent comme dans le cas précédent.

Sur le laiton *positif*, il se forme diverses figures concentriques qui, lorsqu'on les essuie avec un linge, laissent sur ce linge les traces de cinq cercles concentriques de la couleur jaune-clair du laiton, mais dont les uns sont plus clairs que les autres et alternent avec eux.

Sur le laiton *négatif*, dépôt du cuivre et cercles de deux nuances alternantes comme sur l'argent.

Sulfate de zinc. Sur l'argent *positif*, une tache obscure au centre, ensuite un cercle jaune clair, puis un cercle d'un bleu léger, et enfin une belle zône tirant sur le jaune.

Sur le laiton *positif*, cinq petits cercles provenant du cuivre mis à découvert par l'action des courans. Ils sont de deux teintes, l'une plus claire que l'autre, et alternant dans l'ordre dans lequel ils se succèdent ; ces teintes paraissent être celles qui distinguent le cuivre à l'état d'oxide du cuivre à l'état métallique.

Sulfate de manganèse. Sur l'argent *positif*, cinq cercles concentriques alternativement clairs et foncés. Le cinquième est plus distinct que les autres, et il est entouré d'une auréole d'un jaune pâle, qui se perd en

une teinte violacée. La formation de ces cercles est analogue à celle qui s'obtient avec le sulfate de cuivre, mais elle n'est pas identique.

Sur le laiton *positif*, cinq petits cercles alternativement clairs et foncés.

Sur le bismuth *positif*, quatre cercles : le plus petit est blanc, le second plus foncé, le troisième jaune pâle, et le quatrième noir. Du côté négatif, rien de particulier.

Nitrate de bismuth. Sur l'or et l'argent *négatifs*, quatre ou cinq cercles concentriques diversement colorés, mais peu distincts. Les teintes de ces cercles paraissent être celles par lesquelles passe le bismuth en s'oxidant. Une couche d'acide nitrique découvre au centre le fond du métal qui a servi de conducteur.

Acétate de plomb. Sur l'or et l'argent *positifs*, il se forme en peu d'instans divers iris concentriques, aussi brillans que les anneaux colorés qui se voient entre les lentilles légèrement convexes de Newton. Ces iris naissent les uns des autres en se propageant à la manière des ondes ; leur vivacité et leur netteté dépendent en grande partie de l'état de poli de la surface sur laquelle ils se produisent. Sur les plans qui sont peu polis, ils se montrent en général faibles et confus. Ils résistent à l'action d'un feu modéré, mais ils disparaissent entièrement par l'acide nitrique.

Cette circonstance, jointe à d'autres considérations qui s'offrent naturellement à l'esprit, laisse peu de doute sur la nature du phénomène : il ne paraît pas qu'il puisse être autre que celui des lames minces qui

viennent se déposer, sous l'action du courant voltaïque, à la surface de l'or et du platine.

Le phénomène devient moins précis et plus varié lorsqu'on multiplie les pointes du côté négatif, en les disposant en figures régulières, comme un triangle, un carré, etc. Autant il y a de pointes, autant il se forme, sur la plaque opposée, de systèmes d'iris concentriques, lesquels ne s'entrecroisent point en se dilatant, comme le feraient des ondes, mais qui, parvenus au contact, s'étendent jusqu'au dehors, de manière à ne former qu'un seul contour général extérieur. A la vue de ce phénomène, la pensée se porte aussitôt sur les lames vibrantes : on croit voir les apparences produites par Chladni, Paradisi et Savart, avec la poussière qui couvre une surface mise en vibration par son centre.

L'argent *positif* présente aussi le phénomène des iris, mais beaucoup moins distinctement que l'or et le platine. Le plomb, l'étain, le cuivre, le bismuth et l'antimoine n'offrent rien de remarquable.

Acide acétique. Sur l'or et le platine *positifs*, rien à observer, si ce n'est qu'ils se colorent vaguement comme avec l'acétate de plomb.

Acétate de cuivre. Sur le platine, l'or et l'argent *positifs*, rien ou presque rien de remarquable. Mais il n'en est pas de même sur ces métaux rendus *négatifs*. Sur l'argent, par exemple, il se forme souvent quatre cercles concentriques, qui, exposés à l'air, prennent les teintes suivantes : bleu foncé au centre, ensuite rouge-jaunâtre, puis bleu moins foncé, et enfin une autre nuance rouge-jaunâtre formant un anneau

plus large que la première. Une couche d'acide nitrique fait disparaître le cercle extérieur ; les trois cercles intérieurs subsistent chargés des couleurs ordinaires du cuivre aux deux états d'oxide et de métal. Au centre se voit l'oxide, et ensuite le métal pur entouré d'un autre cercle d'oxide.

Le platine et l'or présentent des phénomènes analogues.

Acétate de baryte. Sur l'or et sur le platine *positifs*, aucune apparence particulière : sur l'argent *positif*, trois petits cercles concentriques alternativement clairs et foncés.

Acétate de potasse. Sur l'or et le platine *positifs*, aucune apparence particulière.

Sur l'argent *positif*, un cercle foncé au milieu de trois autres de quatre lignes de diamètre, environnés d'un filet d'argent très-brillant, auquel succède une auréole de couleurs diverses mais faibles. Le cercle foncé n'acquiert sa teinte propre qu'au moment où l'on interrompt le circuit : on dirait que le voile qui recouvrait les cercles extérieurs se replie sur le centre au moment où l'action du courant vient à cesser ; tel est au moins le jugement des yeux. Ce dernier phénomène mérite l'attention, surtout si l'on remarque qu'il ne s'est présenté à moi qu'avec l'acétate de potasse.

Acétate de mercure. Il a été essayé sur l'or et sur le cuivre, qui n'ont offert aucune apparence particulière du côté positif ni du côté négatif.

Acétate de cuivre et *de plomb*, mêlés ensemble. Sur l'or et le platine *positifs*, de beaux iris, comme lorsqu'on opère sur ces métaux avec l'acétate de plomb seul.

Ce sel serait-il donc le seul qui jouisse de la propriété de colorer de cette manière les deux métaux les plus difficilement oxidables ? Mais si ces iris proviennent, comme cela pourrait être, de quelqu'une des substances électro-négatives de la solution qui se dépose en lames minces à la surface de ces deux métaux, pourquoi n'en arrive-il pas autant avec les autres métaux ? C'est là peut-être une question qui n'est pas indigne d'exercer la sagacité des chimistes.

Sur l'argent *négatif*, il se forme un grand nombre de cercles concentriques disposés ordinairement comme il suit : au centre un cercle foncé, ensuite un cercle jaune tirant sur le rouge, puis un troisième noir foncé, un bel anneau de cuivre pur ; un cercle noir moins foncé que le troisième, et enfin une zone d'une teinte cuivrée légère. Une couche d'acide nitrique passée sur cette série de cercles découvre au centre l'éclat de l'argent entouré de quatre cercles de cuivre à l'état d'oxide et de métal, alternant selon le mode ordinaire, qui deviennent plus distincts par un second lavage d'acide nitrique.

Hydrochlorate d'étain. Il a été essayé sur l'or, le bismuth et l'acier, tant *positifs* que *négatifs*. Rien de remarquable que l'alternative ordinaire des cercles clairs et foncés sur le bismuth *positif*.

Hydrochlorate de cobalt. Sur l'argent *positif*, des iris concentriques passablement distincts : pour les obtenir plus nets, autant que cela est possible, il convient d'employer un courant très-faible, comme celui que procurent quatre ou cinq de mes petits élémens.

Sur le platine et l'acier trempé *positifs*, aucune apparence.

Tartrate antimonié de potasse (tartre émétique). Sur l'argent *positif*, cinq cercles colorés comme il suit, à partir du centre : le premier foncé, le second blanc d'argent, le troisième azuré tirant sur le violet, le quatrième blanc d'argent, le cinquième violet, mais léger à l'extérieur.

Sur l'argent *négatif*, cinq autres cercles concentriques; le premier noir, le second jaune rougeâtre, le troisième noir, le quatrième bleu clair, le cinquième légèrement foncé.

Chlorate de platine. Sur l'argent *positif*, une tache noire au centre, ensuite un cercle de couleur cendrée, puis un iris léger.

Sur l'argent *négatif*, une tache noire au centre entourée d'un cercle clair, puis un cercle plus foncé entouré d'un iris léger, et enfin un autre cercle presque noir.

Sur le platine *positif*, aucune apparence : sur le même métal *négatif*, deux petits cercles tirant sur le noir, autour d'un cercle blanc.

Nitrate de cuivre et *d'argent* mêlés ensemble. Sur l'argent *positif*, au milieu un cercle d'argent brillant, ensuite un cercle obscur, puis un second cercle d'argent, et enfin un autre cercle légèrement obscur.

Acide phosphorique. Sur l'argent *positif*; au milieu, un petit cercle jaune, ensuite un cercle rougeâtre, puis un cercle blanc d'argent, et enfin une grande auréole de couleurs diverses commençant par le jaune et finissant par le violet.

Acide oxalique. Sur l'argent *positif*, trois cercles bien distincts ; le premier jaune, le second rougeâtre, et le troisième comme le premier, mais plus grand.

Sous-carbonate de potasse. Sur l'argent *positif*, une disposition élégante de cercles concentriques, qui se dilatent à vue d'œil, et finissent par offrir une belle dégradation de teintes. J'ai couvert la lame d'argent d'un morceau de mousseline, pour voir si le phénomène en serait altéré : il ne l'a été en rien.

Sur l'or et l'étain *positifs*, aucune apparence.

Sel commun. Sur l'argent *positif*, une série de cercles concentriques entourés d'iris variés. Le phénomène est ici plus vague que dans les cas précédens : il ne se maintient dans tout son éclat que pendant peu de temps. Le contact de l'air affaiblit et confond un peu les teintes qui sont dans une harmonie parfaite. Lorsqu'on réchauffe subitement la lame d'argent, tous les anneaux prennent une belle couleur rouge dont l'intensité varie sur la trace des différens cercles qui existaient en premier lieu ; après quoi ces teintes acquièrent une certaine permanence. Du reste, sous l'action de la chaleur, quelques-unes des zones extérieures disparaissent, comme aussi une partie des zones centrales. Cet accident ne me paraît pas difficile à expliquer. La disposition en lames minces des substances électro-magnétiques commence au centre de la plaque d'argent, et va en diminuant jusqu'au contour. Les couches extérieures sont d'une grande ténuité, et se dissipent par l'action de la chaleur. Vers le centre le dépôt est beaucoup plus considérable ; mais en raison même de cette

abondance il s'y forme une espèce de croûte qui se fendille par le feu et se détache aisément du métal.

Sur le cuivre *positif*, alternatives de cercles clairs et obscurs, à partir du centre qui est découvert.

Sur le laiton *positif*, divers cercles concentriques, qui, nettoyés avec un linge, offrent à l'œil trois ou quatre anneaux alternativement rouges et jaunes. Les rouges proviennent du cuivre contenu dans le laiton, lequel perd alors le zinc qui entrait dans sa composition.

Sur l'étain et le platine *positifs*, aucun phénomène.

Hydrochlorate de potasse, de soude, et *d'ammoniaque*. Ces sels agissent, à peu de chose près, de la même manière que le sel commun (1).

Sous-carbonate de soude. Sur l'argent *positif*, une série de cercles diversement colorés, dans laquelle se distingue le bleu.

Sulfate de soude. Sur l'argent *positif*, cinq petits cercles concentriques; au centre un point noir, ensuite un cercle bleu clair, puis deux autres cercles obscurs séparés par un autre plus clair.

---

(1) Tous ces sels ont plus ou moins d'action sur le laiton *positif;* mais celui qui met le mieux en évidence l'alternative des cercles de cuivre, est l'hydrochlorate de potasse. Dans ce cas, le rapprochement de la pointe *négative* et du laiton *positif* est tellement essentiel, que tout effet cesse d'avoir lieu à la distance d'une ou deux lignes. Je note cette circonstance comme une règle à observer par ceux qui seraient tentés de faire l'essai de quelque alliage à l'aide de cette méthode qui est aussi prompte qu'efficace pour le laiton.

Urine. Sur l'argent *positif*, divers ordres d'iris extrêmement brillans autour d'un centre obscur : séchés, ils se conservent au contact de l'air.

Urée. Elle agit, à peu de chose près, comme l'urine; mais elle produit des couleurs moins vagues.

Urine et *sel commun.* Sur l'argent *positif*, le phénomène est le même que dans les cas précédens : mais les anneaux colorés étant plus nombreux y sont aussi plus déliés. Soumise au feu, cette série d'anneaux prend une belle couleur rouge, sans qu'il naisse aucune confusion parmi les nuances qui se conservent.

Sur le platine *positif*, aucun effet.

Sur le laiton et le cuivre *positifs*, un petit nombre de cercles insignifians.

Mes expériences n'ont pas été poussées plus loin ; dans ces limites mêmes, elles conduiront peut-être à des conséquences importantes ; mais pour le moment, elles ne paraissent pas présenter des résultats autres que les deux suivans. Le premier est la propriété reconnue dans certaines substances électro-négatives, de s'attacher, dans certaines circonstances déterminées, à la surface de quelques-uns des métaux les moins oxidables, en couches assez minces et assez régulières pour faire naître sous mille formes variées l'élégant phénomène des anneaux colorés. Probablement les arts appelleront à leur aide ce nouveau procédé de coloration, et peut-être réussiront-ils sans trop de peine à en tirer parti pour l'ornement de quelques objets de luxe. Ensuite, lorsque les substances électro-négatives ne se déposent pas sur les métaux en lames minces, en général elles attaquent leur surface, non pas d'une

manière uniforme, ou, comme on pourrait d'abord le le croire, par une gradation d'intensité continue et décroissante à partir d'un centre, mais par intervalles réguliers, suivant, pour ainsi dire, une loi analogue à celle des *interférences*. Au pôle négatif où se rendent les substances électro-positives, on observe le même phénomène, savoir, l'alternative des cercles d'oxide et de métal pur. Cette alternative constitue le second résultat que j'ai annoncé. Serait-il vrai que le rayonnement des courans électriques fût soumis à une loi d'interférence? Il existe sans doute ici de certaines alternatives, mais pour les apprécier à leur juste valeur, il convient d'attendre de nouvelles expériences.

Reggio, 20 novembre 1826.

(*Biblioth. univ.* Décembre 1826.)

NOTE DU RÉDACTEUR.

On trouve dans les Transactions philosophiques, t. 58, une série d'observations de Priestley, concernant des phénomènes analogues à ceux que nous venons de de transcrire d'après la Bibliothèque universelle. Un extrait du Mémoire du physicien anglais offrira, nous l'espérons, des rapprochemens utiles.

Priestley étudiait l'action des décharges d'électricité ordinaire. Lorsqu'une plaque métallique, dit-il, est frappée de plusieurs explosions successives, sa couleur change à une distance considérable autour de la tache centrale, et l'espace entier se trouve divisé en un certain nombre d'anneaux concentriques, dont chacun présente les couleurs prismatiques, aussi brillantes,

peut-être ; qu'il soit possible de les obtenir de toute autre manière.

Si, pour transmettre la décharge, on fixe une pointe métallique vis-à-vis d'une surface également métallique et plane, plus la distance est petite, et plutôt on voit naître les couleurs ; plus aussi les anneaux sont resserrés ; ils occupent, au contraire, un espace d'autant plus grand que l'on fait parcourir à l'étincelle un plus long trajet.

Pour un écartement excessivement petit, on n'obtient que des couleurs confuses ; mais la première décharge suffit pour les développer.

Plus la pointe est aiguë, plus les anneaux sont nombreux. Une pointe émoussée produit des anneaux plus larges, mais en moindre nombre ; alors aussi les couleurs, à une distance donnée, ne se manifestent que plus tard.

Dans la production de ces phénomènes, ce que l'on remarque en premier lieu est un rouge obscur entourant la tache centrale. Bientôt (généralement après quatre à cinq décharges) on commence à distinguer, mais seulement en regardant la surface du métal dans une direction très-oblique, un espace circulaire comme légèrement ombré, ou empreint à peine d'une couleur rouge extrêmement pâle. Cet espace s'étend très-peu pendant tous la série des explosions ; mais, par degrés, il se remplit d'anneaux de toutes les couleurs, et ses bords deviennent brunâtres.

(Ce premier espace circulaire avait, dans l'un des échantillons présentés par Priestley à la Société royale, près de $\frac{3}{4}$ de pouce de diamètre. Cet échantillon était

une plaque d'acier ; la pointe, celle d'une aiguille, avait été fixée, pendant les décharges, à une distance de $\frac{2}{25}$ de pouce de la plaque.)

Reprenons la suite des observations. Après quelques nouvelles décharges (1), un second espace annulaire, dont la largeur est en général de $\frac{1}{8}$ ou $\frac{1}{10}$ de pouce, commence à s'apercevoir au-delà du premier, et à se couvrir d'une ombre légère. C'est la première nuance des couleurs plus pâles qui se développent bientôt au-delà du rouge brun dont se remplit alors la circonférence intérieure.

Les teintes les plus prononcées se manifestent d'abord sur le contour circulaire de la tache centrale ; elles reculent à mesure que les explosions se multiplient vers le contour du premier espace annulaire, pour faire place à de nouvelles couleurs. On observe en général après trente ou quarante décharges, trois anneaux distincts. Si l'on ajoute de nouvelles explosions, les cercles colorés deviennent moins beaux et moins nets. Le rouge domine et ternit par son mélange les autres couleurs. Cependant Priestley, dans l'exemple qu'il présentait, attribuait en partie cette confusion à ce que l'aiguille ayant été accidentellement dérangée n'avait pas été exactement replacée dans sa première position.

Les cercles qui se forment les derniers sont mieux terminés ; leurs couleurs sont plus vives.

Tous ces anneaux en général peuvent être frottés avec une plume, avec le doigt ; ils peuvent, même, être

---

(1) L'auteur n'indique nulle part si les décharges successives avaient la même intensité.

mouillés, sans recevoir aucune altération. On les enlève avec un instrument affilé, avec l'ongle même. Les anneaux intérieurs sont les plus tenaces.

Les premiers cercles sont quelquefois recouverts d'une poussière noire, dont une partie peut être enlevée avec une plume, de manière à laisser voir les couleurs développées sur le métal. En essayant d'arracher plus complètement cette poussière de la surface rude de l'acier, on enlève en même temps une partie des anneaux colorés; mais il en reste plus de la moitié à laquelle la poussière demeure attachée.

Il est indifférent que la matière électrique sorte de la pointe ou qu'elle y entre (1); la plaque, dans les deux cas, est empreinte de la même manière. La pointe elle-même se trouve colorée jusqu'à une distance considérable de son extrémité, souvent jusqu'à un demi-pouce environ, mais d'une manière un peu confuse. Les couleurs remontent ici, comme sur la plaque; elles s'éloignent du centre, en formant des anneaux concentriques.

Plus les anneaux développés à-la-fois sont nombreux, plus sans doute les couleurs sont délicates. De grandes explosions corrodent la surface métallique. Ces érosions nuisent à la netteté du phénomène sur l'acier; elles n'ont pas lieu sur l'argent, l'étain, le bronze poli. Cependant les couleurs se voient très-bien encore sur l'acier dépoli, quand il ne se recouvre pas de la pous-

---

(1) Priestley écrivait dans l'hypothèse de l'accumulation et du transport d'un seul fluide électrique.

sière noire dont il a été question précédemment. Le poli des surfaces n'est donc pas une condition indispensable.

Si la tige pointue a une direction oblique par rapport au plan de la surface qui lui est opposée, la tache centrale se trouve au pied de la perpendiculaire abaissée de son extrémité sur la plaque ; mais les anneaux prennent autour de ce centre des figures ovales, et s'allongent dans le sens ou la tige est inclinée.

Les anneaux colorés s'obtiennent également bien sur l'or, l'argent, le cuivre, le bronze, le fer, le plomb, l'étain ; ces métaux avaient seuls été essayés.

Priestley compare ces phénomènes aux couleurs produites sur l'acier par la chaleur. Il lui paraît vraisemblable que dans les deux cas l'état de la surface est modifié, sans qu'aucune de ses parties soit détachée de la place qu'elle occupait; qu'il se forme seulement des couches de différentes épaisseurs dont chacune réfléchit la couleur qui lui est propre ; qu'enfin l'épaisseur de ces couches varie continuellement à mesure que l'on multiplie les explosions.

(La batterie employée dans les expériences qui précèdent, avait 21 pieds carrés de surface.)

Pour compléter ce qui a rapport aux altérations des surfaces métalliques produites par une décharge d'électricité ordinaire, on croit devoir rappeler ici d'autres expériences de Priestley sur les effets de fortes explosions. Il remarqua d'abord sur un bouton de cuivre poli, à l'endroit frappé par l'étincelle, un espace circulaire, où la superficie du métal avait été fondue et toute remplie de petites cavités, comme si une infinité de petites bulles s'étaient formées et avaient éclaté pen-

dant la décharge. Cet espace était entouré d'une couche de poussière noire déposée sur une partie non altérée de la surface métallique. Au-delà de cette poussière, qui s'enlevait facilement avec le doigt, on remarquait un cercle entier formé de petites cavités brillantes et contiguës, pareilles à celles dont le centre était empreint.

Le cercle extérieur et l'espace intérieur, suivant Priestley, sont d'autant mieux terminés et d'autant plus réguliers, que la surface de la batterie est plus grande et la tension plus faible. Quelques jarres fortement chargées ne produisent en général que des résultats confus.

Des apparences semblables à celles que l'on vient de décrire, furent observées sur une boîte de montre en or.

Priestley conjectura qu'en employant des métaux plus fusibles et de plus grandes surfaces électrisées, il obtiendrait un second cercle de fusion. C'est en effet le résultat auquel il parvint en recevant sur une plaque d'étain la décharge d'une batterie électrique d'environ 40 pieds de superficie.

Enfin, il obtint l'empreinte de trois cercles distincts et à-peu-près également éloignés les uns des autres, sur un morceau d'alliage fusible. Cette fois seulement tout l'intérieur du premier cercle se trouva fondu. La batterie avoit environ 60 pieds carrés de surface.

Résumé *des Observations de l'inclinaison et de la déclinaison de l'aiguille aimantée, faites dans la campagne de la corvette de S. M.* la Coquille, *pendant les années* 1822, 1823, 1824 *et* 1825.

Par Mr L.-R. Duperrey, Capitaine de frégate.

Inclinaison de l'aiguille.

Deux boussoles d'inclinaison construites pour être observées, l'une à terre et l'autre à la mer, m'avaient été confiées par le Bureau des longitudes. La première, que je nomme *boussole terrestre d'inclinaison*, était munie de quatre aiguilles désignées par les nos 0, 1, 2 et 3; la seconde, que je nomme *boussole marine d'inclinaison*, portait deux aiguilles marquées des nos 1 et 2.

Toutes les fois qu'on a observé ces aiguilles, soit à terre, soit à la mer, leurs pôles ont été changés par vingt frictions appliquées sur leurs faces opposées, au moyen de barreaux fortement aimantés.

L'inclinaison a été déterminée directement, en présentant successivement la même face de l'aiguille à l'orient et à l'occident magnétiques. On l'a obtenue indirectement, en plaçant l'instrument dans deux plans rectangulaires formant un angle arbitraire avec le méridien magnétique. Ces deux moyens ont été pratiqués dans toutes les relâches; mais les tableaux qui accompagnent cette notice ne contiennent que les

résultats des observations obtenus par la méthode directe.

L'inclinaison définitive d'une aiguille est la moyenne des inclinaisons partielles observées avant et après le changement des pôles; celles-ci se déduisent des inclinaisons observées en tournant successivement la face de l'instrument à l'est et à l'ouest, et en lisant aux deux extrémités de l'aiguille que l'on maintient en oscillation pendant la durée des expériences.

Pour l'intelligence des tableaux suivans, je dois prévenir que j'ai nommé *pointe Nord* d'une aiguille celle qui se dirige librement vers le pôle magnétique de cette dénomination.

Les inclinaisons affectées du signe + indiquent que la pointe Nord de l'aiguille est au-dessous de la ligne horizontale, c'est-à-dire que l'observation est faite au nord de l'équateur magnétique.

Les inclinaisons affectées du signe — indiquent, au contraire, que la pointe Nord est au-dessus de la ligne horizontale, et qu'en conséquence l'observation est faite au sud du même équateur.

Le méridien magnétique, dont il importe de connaître préalablement la direction, a été déterminé pour chacune des aiguilles de la boussole terrestre d'inclinaison, en cherchant avec une grande précision la direction d'azimut dans laquelle l'aiguille devient exactement verticale.

Les aiguilles de la boussole marine d'inclinaison ont été assujéties à la même opération, lorsqu'elles ont été observées à terre; mais à la mer, les mouvemens con-

tinuels du navire rendent ce procédé impraticable : en conséquence, j'ai dû me borner à établir le parallélisme le plus parfait possible, entre le plan vertical des aiguilles de cette boussole et le méridien magnétique du compas de route de la corvette.

Ces observations d'inclinaison, dont je me suis spécialement chargé, ont été faites dans toutes les relâches de l'expédition. A la mer, on les a répétées toutes les fois que le temps l'a permis, et plus particulièrement près de l'équateur magnétique que nous avons coupé deux fois dans l'Océan atlantique, et quatre fois dans le grand Océan équatorial.

Déclinaison de l'aiguille.

La déclinaison a été observée à terre, dans toutes les relâches, au moyen d'une petite boussole à lunette précédemment employée dans les campagnes hydrographiques de M. le capitaine de vaisseau Gautier.

L'on déterminait l'azimuth d'un objet terrestre par de nombreuses séries prises au cercle géodésique ; l'on relevait cet objet avec la boussole dont il s'agit, et l'on prenait pour déclinaison définitive celle qui résultait de toutes les lectures faites aux deux extrémités de l'aiguille, avant et après le demi-mouvement circulaire de l'instrument sur son axe, comme avant et après le renversement de l'aiguille dans sa chape.

A la mer, la déclinaison a été observée tous les jours, matin et soir, avec le compas azimutal, dont on fait usage dans la navigation.

Flinders et plusieurs autres navigateurs se sont beau-

coup occupés de la puissance magnétique exercée par les masses ferrugineuses qui entrent dans la construction et dans l'armement des navires. Sur certains bâtimens, cette puissance agit d'une manière assez sensible pour qu'il soit important d'en calculer les effets; mais la corvette *la Coquille* avait reçu dans sa construction, une modification qui a combattu avec succès cette cause de perturbation locale. Pour parvenir à ce résultat, il nous a suffi de supprimer les canons du gaillard d'arrière et de faire garnir, cheviller et clouer en cuivre, dans un espace de dix à douze pieds de rayon, cette portion du bâtiment destinée à être le théâtre de nos observations magnétiques.

Voici trois expériences qui prouvent en fa eur de cette assertion :

Le 24 septembre 1822, la corvette étant par 0°.14′ de latitude méridionale, et le soleil étant aussi par 0°.14′ de déclinaison australe, j'ai relevé cet astre au moment de son lever avec un compas de déclinaison, en dirigeant successivement le cap du bâtiment sur tous les points de l'horizon. Dans ces positions particulières du soleil et de la corvette, le mouvement de l'astre, en hauteur, étant vertical pour nous, son amplitude n'a pas dû varier sensiblement pendant le 20 minutes qui ont été employées à cette observation. L'on peut donc accorder quelque confiance aux résultats suivans :

Cap.	Relèv. du ⊙.	Cap.	Relèv. du ⊙.	Cap.	Relèv. du ⊙.	Cap.	Relèv. du ⊙.
N.	E. 13°.45′ S.	O.	E. 13°.35′ S.	S.	E. 13°.50 S.	E.	E. 13°.45′ S.
NNO.	14 . 0	OSO.	13 .50	SSE.	13 .45	ENE.	13 .40
NO.	14 . 0	SO.	13 .45	SE.	13 .30	NE.	13 .30
ONO.	14 . 5	SSO.	13 .45	ESE.	13 .30	NNE.	13 .30

Au mouillage de Sainte-Catherine (côte du Brésil), les relèvemens ont été pris sur une mire située à 13540 toises, et ont donné :

Cap.	Relèv. de l'objet.	Cap.	Relèv. de l'objet.	Cap.	Relèv. de l'objet.	Cap.	Relèv. de l'objet.
N.	N. 39°.50′ E.	O.	N. 38°.45′ E.	S.	N. 40°. 0′ E.	E.	N. 40°.15′ E.
NNO.	39 .25	OSO.	39 .20	SSE.	40 . 0	ENE.	39 .20
NO.	39 .25	SO.	39 .30	SE.	40 .10	NE.	39 .30
ONO.	38 .50	SSO.	39 .20	ESE.	40 .15	NNE.	39 .20

Aux îles Malouines, des relèvemens pris dans le même but et sur une mire également très-éloignée, ont donné ce qui suit :

Cap.	Relèv. de l'objet.	Cap.	Relèv. de l'objet.	Cap.	Relèv. de l'objet.	Cap.	Relèv. de l'objet.
N.	S. 67°.15′ E.	O.	S. 67°. 0′ E.	S.	S. 67°.20′ E.	E.	S. 67°.10′
NNO.	67 .10	OSO.	67 . 0	SSE.	67 .20	ENE.	67 .10
NO.	67 .10	SO.	67 .10	SE.	67 . 0	NE.	67 .10
ONO.	67 .25	SSO.	67 .20	ESE.	67 .10	NNE.	67 .15

Nota. Avant de faire connaître les résultats des expériences qui sont l'objet principal de cette Notice, il était essentiel de fixer la position géographique du lieu de chaque observation ; ce travail, auquel je me suis livré depuis mon retour en France, étant terminé, j'en ai extrait les latitudes et les longitudes qui accompagnent les tableaux suivans.

Observations faites à Toulon en juin 1822.

Les observations ont été faites dans le Jardin botanique, latitude N. 43°. 7'. 20'', longitude E. 3°. 35'. 26''.

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
+ 64°. 6',3	+ 63°. 58',3	+ 64°. 1',8	+ 63°. 36',9

+ 63°. 55',8.

Boussole marine.

Aig. n° 1.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 2.
+ 63°. 40',2	+ 63°. 37',5	+ 64°. 7',9	+ 64°. 34',8

+ 64°. 0',1.

Observations faites dans la traversée de Toulon à Sainte-Catherine (Brésil).

	Dates.		Direction de la route du bâtiment	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1822.	27 août,	à midi.	SO $\frac{1}{2}$ S.	+57°.49',1	+57°.31',5	+57°.40',3	29°.53' 0'' N.	16°.44'.22'' O.	21°. 0' NO.
Ténériffe.	29	2 h. S.	E. $\frac{1}{4}$ SE.	+57 .15,2	+56 .57,2	57 . 6,2	28 .28 .48	18 .33 .30	21 . 0,1
	5 sept,	midi.	SO $\frac{1}{4}$ O.	+55 .30,2	+55 .15,2	55 ,22,2	24 .26 . 0	22 .27 .36	16 .33
	9	midi.	S.	+47 .22,1	+47 .19,9	47 .21.	15 .49 .26	27 .44 .44	15 .15
	10	11 h. M.	S. $\frac{1}{4}$ SE.	+45 .22,5	+44 .50,1	45 . 6,3	13 .44 .47	27 .46 . 8	15 .15
	17	2 h. 30' S.	SE.	+33 . 0,5	+33 .20,6	33 .10,5	6 .59 .39	22 .43 .26	12 . 0
	22	11 h. M.	SO.	+26 .28,3	+26 .45,1	26 .36,7	2 .49 .35	24 . 0 .48	12 .51
Equateur	23	10 h. 30'.	SO.	+23 .58,1	+23 .41.	23 .49,5	1 .18 .14	25 . 1 .40	12 .57,5
terrestre.	24	11 h.	S.	+19 .41,2	+19 .42,7	19 .41,9	0 .13 .30 S.	26 .18 .23	13 .40
	25	11	SSO.	+19 . 9,9	+18 . 0,3	18 .35,1	1 .40 . 9	25 .37 .56	12 .45
	26	11	SSO.	+17 .52,6	+18 .34,6	18 .13,6	2 .47 .37	25 .49 .52	11 .30
	27	10	SSO.	+15 .35,8	+14 .55,3	15 .15,5	4 .34 .52	26 . 4 . 7	12 .30
	28	11	S $\frac{1}{4}$ SO.	+10 .44,1	+11 .31	11 .7.	6 .20 .19	26 .14 .32	11 .30
	1er oct.	7 h. 45'	S $\frac{1}{4}$ SO.	+ 2 . 7,1	+ 2 .11,7	2 . 9,4	11 .13 .56	26 .23 .56	8 . 0
	Idem.	2. 50 S.	S $\frac{1}{4}$ SO	+ 1 .22,6	+ 1 .52,1	1 .37,3	11 .42 .31	26 .32 .14	8 . 0
Equateur	2	3. 30 M.	S $\frac{1}{4}$ SO.	0 0	0 0	0 0	12 .27 .11	26 .53 . 0	8 . 0
magnétique.	*Idem.*	10. M.	S $\frac{1}{4}$ SO.	— 0 .18,2	— 0 . 3,8	— 0 .11.	12 .55 .12	27 . 4 .17	8 . 0
	Idem.	6. S.	SSO.	— 1 . 5,6	— 0 .37,0	— 0 .51,3	13 .24 .40	27 .12 .55	8 . 0
	3	midi 30'	S $\frac{1}{4}$ SO.	— 3 .29,4	— 2 .57.	— 3 .13,2	14 .42 .30	27 .49 .57	9 . 0
	4	10. M.	S $\frac{1}{4}$ SO.	— 6 .40,1	— 6 .17,5	— 6 .28,8	16 .43 .10	28 .15 . 5	8 . 0
	5	2. 40' S.	SSO.	—11 .16,9	—10 .45,5	—11 . 1,2	19 .30 .20	29 .14 .52	7 .56

Observations faites à Sainte-Catherine en octobre 1822.

L'Observatoire était situé sur l'île d'Anhatomirim.

Latit. S. 27°. 25′. 32″. Long. O. 51°. 0′. 57″.
Déclinaison NE. 6°. 26′. 15″.

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aigl. n° 3.
—23°. 0′,6	— 22°. 34′	— 22°. 36′,7	— 22°. 52′,4

— 22°. 45′,9.

Boussole marine.

Observ. faites à terre.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2
— 22°. 28′,1	— 23°. 22′,3

— 22°. 55′,2

Observ. faites à bord. Le Cap au S.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 22°. 59′,7	— 22°. 28′,4

— 22°. 44′.

Observations faites dans la traversée de Sainte-Catherine aux îles Malouines.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaison.
1822.	9 nov., à 1 h. 30′ S.	SO.	—41°. 35′,3	—41°. 33′	—41°. 34′,1	40°. 0′. 0″ S.	53°. 22′. 59″ O.	11°. NE.
	15...... 2 30 S.	OSO.	—51 . 24 ,3	—49 . 11 ,7	—50 . 58 ,2	46 . 45 . 16	61 . 57 . 53	17 . 21′

Observations faites aux îles Malouines en novembre et décembre 1822.

L'Observatoire était situé au fond de la baie de la Soledad, dans les ruines de l'Etablissement de Saint-Louis.

Latit. S. 51°. 31'. 44",5. Long. O. 60°. 30'. 34".

Déclinaison NE. 19°. 7'. 20".

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
— 54°. 46'	— 54°. 44',8	— 54°. 51',4	— 54°. 53',3
— 54°. 48',9.			

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord. Le Cap au S.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 54°. 31'	— 54°. 52',3	— 54°. 26',7	— 54°. 40,8
— 54°. 41',6		— 54°. 33',7.	

Observations faites dans la traversée des îles Malouines à la Conception (côte du Chili).

	Date.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitude.	Longitude.	Déclinaison.
1823.	4 janv., 10 h. 30' M.	OSO.	— 65°. 27'	— 65°. 44',8	— 65°. 35',9	57°. 52'. 17" S.	79°. 10'. 48" O.	27°. 6' NE.

Observations faites à la Conception en février 1823.

L'Observatoire était au fort Galvez, situé à une petite distance au N. du village de Talcaguana.

Lat. S. 36°.42'.0". Long. O. 75°.31'.28".
Déclinaison NE. 16°.16'.23".

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
— 44°.34',9	— 45°.9'	— 44°.58',6	— 44°.57',1

— 44°.54',9.

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord. Le Cap au NNE.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 44°.32',3	— 44°.52',8	— 44°.22',9	— 44°.8',3
— 44°.42',5		— 44°.15,6.	

Observations faites dans la traversée de la Conception à Lima.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1823.	16 févr., à 8 h. M.	NNO.	—34°. 4',1	—33°.12',2	—33°.38',1	28°.28'. 3" S.	77°. 3'.28" O.	11°.37',2 NE.
	17······ à 9 h.	NNO.	—30 . 5,6	—30 . 4,7	—30 . 5,1	26 .14.28	77 .43.24	13 .19
	18······ à midi.	NNO.	—27 .18,8	—27 . 4,5	—27 .11,6	23 .56.54	78 .10.15	13 . 0
	20····· à 7h. 30' M.	NNO.	—24 .16,6	—24 .17,8	—24 .17,2	21 .53.55	78 .48.33	11 .23,5
	21······ à 8 h.	N$\frac{1}{4}$NO.	—20 .19,3	—20 . 3,8	—20 .11,5	19 .42.42	79 . 1.20	9 .47,4
	22······ à 8 h.	N$\frac{1}{2}$O.	—14 .46,4	—14 .54	—14 .50,2	16 .51.58	79 . 4.50	9 .15,8
	23······ à 8 h.	NNE.	—10 .21,6	— 9 .27,7	— 9 .54,6	14 . 6.18	79 . 6.28	9 .33
	24······ à midi $\frac{1}{2}$.	NO$\frac{1}{4}$N.	— 8 .29,7	— 8 .21,5	— 8 .25,6	13 . 0. 0	79 .15.18	8 . 2
Au Callao.	3 mars, à midi.	SSE.	— 8 .26,1	— 8 .40,5	— 8 .33,3	12 . 3.20	79 .34.30	9 .30

Observations faites dans la traversée de Lima à Payta.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
	5 mars, à 8 h. M.	NO.	— 7°.12',4	— 6°.59',5	— 7 . 5 ,9	11°.17'.54"S.	80°.50'.36"O.	8°.27',6NE.
	6....... 8 h.	NO.	— 4 . 6 ,1	— 4 . 9 ,2	— 4 . 7 .6	10 . 7 .45	81 .45 .50	8 .31 ,8
	7....... 7 h.	NO.	— 2 .21	— 2 .17 ,7	— 2 .19 ,3	8 .53 .53	82 .47 .29	7 .42
	7....... 6 h. S.	NO.	— 1 .30 ,7	— 1 .52	— 1 .41 ,3	8 .23 .26	83 . 9 .29	7 42.
Equateur	8....... 7. 30 M.	NNO.	— 0 . 3 ,7	+ 0 . 0 ,9	— 0 . 1 ,4	7 .45 . 0	83 .46 .34	8 .23 ,6
magnétique.	8....... 6 h. S.	N.	+ 2 . 1 ,5	+ 1 .40 ,2	+ 1 .50 ,8	6 .52 .37	83 .45 .27	8 .23 ,6

Observations faites à Payta en mars 1823.

L'Observatoire était situé dans la maison de M. Prelguero, à l'extrémité orientale du village de Payta.

Latit. S. 5°. 6'. 4". Long. O. 83°. 32'. 28",5.

Déclinaison N. E. 8°. 55'. 37".

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
+4°.8',4	+3°.39',6	+3°.59',7	+3°.59',9

+3°.56',9.

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord. Le Cap au NO.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
+3°.48',1	+4°.3',5	+4°.45',6	+4°.30',2
+3°.55',8		+4°.37'.9.	

Observations faites dans la traversée de Payta à Taïti.

Equat. magnét.	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Moyen. incl.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1823.	24 mars, à 8 h. 30′ M.	SO ¼ S.	— 0°.55′,6	— 0°.47′	— 0°.51′,3	6°.22′.46″ S.	85°.58′.55″ O.	10°.48′,5 NE.
	25..... à 10 h.	SO ¼ S.	— 3 .45	— 3 .56 ,5	— 3 .50 ,7	7 .32 .11	87 .25 .36	10 .47 ,7
	2 avril, à midi 30′	O ¼ SO.	—27 .53 ,2	—27 .19 ,5	—27 .36 ,3	18 . 8 .52	100°.12′. 0	8 .10
	4..... à midi.	O.	—27 .12 ,5	—27 .15 ,6	—27 .14	17 .36 .12	104 .39 .50	7 . 6 ,2
	6..... à midi.	O.	—27 .50 ,5	—27 .44 ,3	—27 .46 ,9	17 .16 .29	108 .29 . 0	6 ,15 ,7
	9..... à midi.	O ½ S.	—27 .48 ,5	—27 .11 ,2	—27 .29 ,8	16 .51 . 0	115 .54 .21	5 .23
	12..... à 4 h. du S.	O ½ S.	—27 .43 ,2	—27 .28 ,5	—27 .35 ,8	16 .51 . 6	125 .30 .30	5 ,38
	15..... à 4 h. 30′	O ½ S.	—27 .28 ,2	—27 .57 ,2	—27 .42 ,7	16 .53 .22	132 . 8 .30	5 .50
	21..... à midi.	O.	—30 .22 ,5	—30 . 2 ,5	—30 .12 ,5	18 .38 .41	137 .57 .56	4 .51 ,7

Observations faites à Taïti en mai 1823.

L'Observatoire était sur l'extrémité de la pointe Vénus.

Lat. S. 17°.29′.21″. Long. O. 151°.49′.18″.
Déclinaison NE. 6°.40′.24″.

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
— 30°.21′,7	— 30°.34′,4	— 30°.44′,7	— 30°.42′,1

— 30°.35′,7.

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord. Le Cap à l'E.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 29°.23′	— 28°.53′,2	— 29°.54′,5	— 29°.41′
— 29°.8′,1		— 29°.47′,7.	

Observations faites dans la traversée de Taïti au Port-Praslin (nouvelle Irlande).

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. nº 1.	Aig. nº 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1823.	17 juin, à 4 h. du S.	OSO.	—36°. 53′,7	—37°. 42′,7	—37°. 18′,2	19°. 22′. 41″S.	172°. 42′. 0″O.	10°. 19′, NE.
	26..... à 8 h. M.	NO $\frac{1}{4}$ O.	—40 . 57 ,5	—40 . 57 ,5	—40 . 57 ,5	22 . 38 . 28	179 . 5 . 48	8 . 24 ,5
	27 juil. à 10 h.	N.	—41 . 2.	—40 . 28 ,5	—40 . 45 ,2	20 . 45 . 7	170 . 44 . 18 E.	8 . 47
	1er août, à 1 h. S.	O.	....	—29 . 29 ,7	—29 . 29 ,7	12 . 3 . 0	165 . 22 . 4	10 . 21
	3..... à 2 h.	NO $\frac{1}{4}$ O.	—25 . 29 ,1	—25 , 45 ,	—25 . 37	10 . 22 . 0	162 . 27 . 4	7 . 12
	6..... à 10 h. M.	O $\frac{1}{4}$ NO.	—21 . 33 ,2	—22 . 18 ,7	—21 . 55 ,9	7 . 50 . 0	157 . 6 . 4	7 . 38 ,9
	8..... à 4 h. S.	O.	—19 . 57 ,7	—20 , 18 ,7	—20 . 8 ,2	5 . 16 . 40	153 . 40 . 4	6 . 36 ,4

Observations faites au Port-Praslin en août 1823.

L'observatoire était situé à la partie SO de la plage du fond du port.

Latit. S. 4°. 49′. 48″. Longit. E. 150° 28′. 29″,5.

Déclinaison du compas. 6°. 48′. 27″. NE.

Boussole terrestre.

Aig. nº 0.	Aig. nº 1.	Aig. nº 2.	Aig. nº 3.
—20°. 49′4	—20°. 36′,6	—21°. 11′,5	—20°. 37′,5

—20°. 48′,7

Boussole marine.

Observations faites à bord.
Le Cap à l'E.

Aig. nº 1	Aig. nº 2.
— 20°. 26′,8	— 20°. 42′,6

— 20°. 34′,7.

Observations faites dans la traversée du Port-Praslin à Offak (île Waigiou).

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl moyen.	Latitudes	Longitudes.	Déclinaisons.
1823.	23 août, à 7 h. ½ M.	O ¼ NO.	—17°. 0′,5	—17°.55′,7	—17°.28′,1	3°.27′.40″S.	148°.34′.41″E.	5°. 0′. NE.
	27..... 7 h. 50′	SO ¼ S.	—17 .44,7	—18 . 9,5	—17 .57,1	3 . 4 .59 9	141 .43 .43	5 .12
	29..... 10 h. 30	O.	—15 .22,2	—16 .53	—16 .16,6	1 .37 .16	137 .52 .26	2 .10
	30..... 8 h. 20	ONO.	—12 .26,8	—12 .56,2	—12 .41,5	0 .20 . 0	135 .59 .15	2 . 0
Equat. terrest.	31..... 1 h. S.	O.	—11 .59,2	—12 .43	—12 .21,1	0 . 4 .36 N.	133 .46 .17	1 . 0
	2 sept. 10 h. ½ M.	SO.	—13 .26,1	—14 .14,7	—13 .50,4	0 . 2 .30	131 . 8 .30	2 .50

Observations faites à Offak en septembre 1823.

L'observatoire était sur la petite plage Sahouariou, située dans le havre d'Offak, un peu à l'E. de la passe.

Latit. S. 0° 1′ 46″,9. Long. E. 128°. 21′. 35″.

Déclinaison NE. 1°. 1′. 44″.

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
—13°.50′,6	—13°.48′,5	—14°.1′,9	—14°.3′,5

— 13°. 56′,1

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord: Le Cap au SO.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
—13°.4′,1	—13°.18′,5	—13°.22′,7	—14°.3′,5
— 13°.11′,3		— 13°.43,1.	

Observation faite à Cajeli le 29 septembre 1823.

L'Observatoire était auprès du fort, vis-à-vis la maison du Résident.

Lat. S. 3°. 22'. 33". Long. E. 124°. 44'. 55",8.
Déclinaison NE. 0°. 31'. 48".

Boussole terrestre, aiguille n° 2. — 20°. 8',4.

Observations faites à Amboine en octobre 1823.

L'Observatoire était au milieu de la grande place, près du fort Victoria.

Lat. S. 3°. 41'. 41". Long. E. 125°. 49'. 51".
Déclinaison NE. 0°. 28'. 3".

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 20°. 25',2	— 20°. 49',6	— 21°. 18',3

— 20°. 51'.

Boussole marine.

Observ. faites à bord.
Le Cap au NE.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 19°. 55'.	— 20°. 32',2.

— 20°. 13',6.

Observations faites dans la traversée d'Amboine au Port-Jackson.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1823.	1 décemb., à midi.	OSO.	—38°.12',2	—37°.34',5	—37°.53',3	13°.30'.53"S.	111°.26'.15".E.	0°.39' NO.
	15........ à midi.	SSO.	—52 .42 ,5	—53 .13 ,5	—52 .58	24 .34 .29	94 .19 .59	4 .27,3
1824.	8 janv., à 10 h. M.	E.	—73 . 9	—73 . 7 ,5	—73 . 8 ,2	46 . 4 .27	141 .41 .44	12 .37,7 NE.
	12...... à 11 h.	E ¼ NO.	—70 .38 ,5	—70 .13	—70 .25 ,7	43 .43 .48	151 .31 .48	11 .38 ,8

L'Observatoire était à Sydney, dans le fort Macquarie.

Lat. S. 33°. 51'. 39". Long. E. 148°. 50'. 9".
Déclinaison NE. 8°. 55'. 54".

Boussole terrestre.

Aig. nº 0.	Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
—61°. 55'	—62°. 49',3	—62°. 16',4

— 62°. 20',2.

Boussole marine.

Observ. faites à terre.

Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
—62°. 22',6	—62°. 4'.5

— 62°. 13',5

Observ. faites à bord. Le Cap à l'E.

Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
—62°. 27',2	— 62°. 4',2

— 62°. 15',7.

J'ai observé, à Paramatta, l'inclinaison des aiguilles d'une boussole de Gambey appartenant à M. le gouverneur Brisbane; j'ai otenu les résultats suivans :

Aig. nº 1	— 62°. 12'
Aig. nº 2	— 62 .41 ,5
Incl. moyen.	— 62°. 26',7.

En novembre 1821, M. Brisbane avec le même instrument avait trouvé — 62°. 36',3.

Observations faites à la baie des îles (Nouvelle-Zélande) en avril 1824.

L'Observatoire était au milieu de la plage Tangata-Maté, dans le port Manawa.

Lat. S. 35°. 15'. 16". Long. E. 171°. 51'. 6".
Déclinaison NE. 13°. 21'. 35".

Boussole terrestre.

Aig. nº. 1.	Aig. nº 2.
— 59°. 44',7	— 59°. 45',5

— 59°. 45',1.

Boussole marine.

Observ, faites à bord. Le Cap à l'ESE.

Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
— 59°. 35',5	— 59°. 14',2

— 59°. 24',8.

Observations faites dans la traversée de la Nouvelle-Zélande à Ualan, l'une des îles Carolines.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1824.	20 avril, midi.	N.	—50°.50′	—50°.55′	—50°.52′,5	29°. 3′.35″S.	174°. 4′.15″E.	10° 0′ NE.
	25 »	N¼NO.	—38 . 4,6	—38 . 9	—38 . 6,8	20 . 5.48	173 .59 . 8	8 .15
	27 »	N.	—32 . 3,7	—32 .30	—32 .16,8	16 .48 .13	173 .53 .42	8 . 0
	3 mai »	NE.	—24 . 7,5	—24 .16,5	—24 .12	11 .54 . 0	173 .46 . 8	10 .47
	6 »	NNO.	—16 .21	—16 .47,5	—16 .34,2	8 .45 .15	175 . 3 .58	10 .32
	7 »	NO¼O.	—15 . 2,5	—15 .20,1	—15 .11,3	7 .30 .41	174 .24 .35	8 30
	9 »	NNO.	—12 .22,7	—12 .27,5	—12 .25,1	6 .22 .18	173 .42 .25	8 . 5
	11 2 h. S.	ESE.	—10 .18,7	—10 . 0	—10 . 9,3	4 . 0 .45	173 .18 .54	9 . 0
	13 midi.	NNO.	— 6 .30	— 6 .26,2	— 6 .28,1	2 .57 .17	172 .54 .51	7 .45
	15 7 h. 30′ M.	NNO.	— 3 .47,5	— 3 .22,5	— 3 .35	1 .45 .22	172 .47 . 0	7 .45
	15 9	NNO.	— 3 .23,7	— 3 . 3,7	— 3 .13,7	1 .43 . 0	172 .56 .58	7 .45
	16 midi.	NO.	— 3 . 2,5	— 3 .15,8	— 3 . 4,1	0 .40 . 0	172 . 1 .46	7 .45
Equateur terrestre.								
	17 3 h. 30′ S.	ONO.	— 2 .18,7	— 2 .22,4	— 2 .20,5	0 .11 .22 N.	171 . 3 . 4	8 . 2
	18 3 15 S.	NO.	0 .22,5	— 0 .40	— 0 .31,5	0. 52 .55	170 .38 .48	8 .40
	18 2 M.	N.	— 0 . 0	— 0 . 0	— 0 . 0	1 . 5 .53	170 .25 .48	8 .40
Equateur magnétique.								
	19 midi.	N¼NO.	+ 1 .15	+ 1 .10	+ 1 .12,5	1 .32 48	170 .18 .54	10 .15
	24 midi ½.	N¼NO.	+ 4 .30	+ 4 .56,7	+ 4 .43,3	3 .39 .19	169 .38 .55	8 . 1
	29 5 h. S.	SO.	+ 6 . 3,5	+ 6 .18,7	+ 6 .11,1	6 .36 . 0	166 .18 .32	8 15
	1er juin, 1 h. S.	O.	+ 3 .11,5	+ 3 .35,7	+ 3 .24,1	5 . 4 . 8	164 . 4 .58	10 . 0.

Observations faites au havre de la Coquille, sur Ualan, en juin 1824.

L'observatoire était sur le petit ilot situé au fond du havre.

Latit. N. 5°. 21'. 25". Longit. E. 160°. 40'. 42".
Déclinaison NE. 9°. 20'. 33".

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
+ 3°. 0',1	+ 3°. 5',6	+ 3°. 10'.

+ 3°. 5',2.

Boussole marine.

Observ. faites à bord.
Le cap au NNE.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
+ 3° 16',7	+ 3°. 15',2

+ 3°. 15',9.

Observations faites dans la traversée de Ualan au havre de Dory (nouvelle Guinée).

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes	Déclinaisons.
1824.	20 juin, à midi.	OSO.	+ 5°. 13',2	+ 5°. 30',2	+ 5°. 21',7	8°. 39'. 49" N.	154°. 23'. 21" E.	7°. 30'. NE
	22.......	OSO.	+ 3°. 10',5	+ 3. 56,2	+ 3. 49,3	8. 15. 53	151. 46. 18	5. 38
	22....... 1 h. S.	SO.	....	+ 1. 52,5	+ 1. 52,5	7. 31. 58	150. 44. 9	4. 0
	22...... 3 h. 20 S.	SO.	....	+ 1. 33,7	+ 1. 33,7	7. 25. 0	150. 38. 22	4. 10
	24...... 7 h. 55 M.	OSO.	....	+ 1. 41	+ 1. 41	7. 27. 0	150. 48. 7	5. 0
	27..... midi.	ESE.	+ 1. 20,9	+ 1. 15,	+ 1. 11,2	7. 13. 10	149. 13. 20	5. 42
Equateur.	4 juil., 3 h. 30 S.	SSO.	+ 0. 7,5	+ 0. 0,	+ 0. 3,7	6. 58. 37	145. 2. 36	3. 30
Magnétique.	..... 5 h. 30.	SSO.	....	+ 0. 16,2	+ 0. 16,2	6. 50. 38	144. 59. 7	3. 30
	7..... 5 h. 30.	SSO.	....	— 2. 0	— 2. 0	6. 20. 56	144. 7. 19	3. 00
	13.... 11 h. 15 M.	SO.	—12. 9,2	—12. 18,7	—12. 13,9	0. 40. 11	141. 35. 57	0. 53

Observations faites au havre de Dory (Nouvelle-Guinée) en juillet 1824.

L'observatoire était sur la petite plage de la partie la plus occidentale du havre.

Latit. S. 0°. 51'. 50". Longit. E. 131°. 45'. 6",9.

Déclinaison NE. 1°. 35'. 37".

Boussole terrestre.

Aig. n° 0.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 14°. 42',6	— 14°. 41',3	— 14°. 52',3
— 14°. 45',4		

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord. Le Cap au N.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
— 14°. 50',2	— 14°. 33',5	— 14°. 51'.	— 13°. 48',7
14°. 41',8		— 14°. 19',8	

Observations faites dans la traversée de Dory à Sourabaya.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyenne.	Latitude.	Longitude.	Déclinaison.
1824.	23 août, à 9 h. M.	O.	— 23°. 58',3	— 24°. 6'.	— 24°. 2',1	6°. 11'. 0". S.	119° 39'. 3". E.	1°. NE.

Observations faites à Sourabaya en septembre 1824.

Les inclinaisons ont été observées dans la maison de M. Raoul, chef du génie.

Latit. S. 7°. 12′. 31″. Longit. E. 110°. 23′. 2″.

Déclinaison NO. 0°. 10′. 21″.

Boussole terrestre.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
—26°. 44′,9	—26°. 47′,1

—26°. 46′.

Boussole marine.

Observ. faites à bord.
Le Cap à l'E.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2.
—26°. 29′,7	—26°. 33′.

—26°. 31′,3

Observations faites dans la traversée de Sourabaya à l'Ile-de-France.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1824.	14 sept., à 1 h. ½ S.	O ¼ SO.	—23°.41′,2	—23°.42′.5	—23°.41′,8	5°.30′.28″.S.	105°.43′.17″.E.	3°. 0′. NO.
	24 midi.	OSO.	—48 . 8 ,2	—49 .38 ,7	—48 . 53 ,4	18 .32 .31.	81 .43 .30.	0 .37 .

Observations faites à l'Ile-de-France en octobre 1824.

Les inclinaisons ont été observées au milieu de la grande cour de l'hôpital, située au fond du trou-fanfaron.

Latit. S. 20°. 9′. 23″. Longit. E. 55°. 9′. 49″.

Déclinaison NO. 13°. 46′. 15″.

Boussole terrestre.

Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n° 3.
— 54°. 35.	— 53°. 37′,5	— 53°. 21′,3
— 53°. 51′,2		

Boussole marine.

Observ. faites à terre.		Observ. faites à bord. Le Cap au SE.	
Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Aig. n. 1.	Aig. n° 2.
— 54°. 1′.	— 53°. 48′,7	— 53°. 42′,5	— 53°. 26′,2
— 53°. 54′,8		— 53°. 34′,3	

Observations faites dans la traversée de l'Ile-de-France à Sainte-Hélène.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. n° 1.	Aig. n° 2.	Incl. moyen.	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1824.	23 décemb. à midi.	NO ¼ N.	— 42°. 51′,2	— 41°. 43′,5	— 41°. 17′,3	29°. 1′. 52″. S.	6°. 58′. 52″. E.	25°. 30′. NO.
	29 à midi.	N ¼ NO.	— 25 . 33 ,7	— 25 . 53 ,7	— 25 . 43 ,7	20 . 23 . 8 . S.	2 . 28 . 50 . O.	21 . 50.

Observations faites à Sainte-Hélène en janvier 1825.

L'Observatoire était à James-Town, dans le jardin du Gouvernement.

Latit. S. 15°. 55′. 0″. Long. O. 8°. 2′. 55″.
Déclinaison NO. 19°. 34′. 29″.

Boussole terrestre.

Aig. nº 0.	Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
— 14°. 40′,8	— 14°. 52′,3	— 15°. 16′,7

— 14°. 56′,6.

Boussole marine.

Observ. faites à bord.
Le Cap au SE ¼ S.

Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
—15°. 18′,7	—15°. 1′.

—15°. 9′,8.

Observations faites dans la traversée de Sainte-Hélène à l'Ascension.

	Dates.	Direction de la route du bâtiment.	Aig. nº. 1.	Aig. nº 2.	Incl. moyen	Latitudes.	Longitudes.	Déclinaisons.
1825.	14 janvier, à midi.	NNO.	— 8°. 32′,2	— 9°. 2′,5	— 8°. 47′,3	13°. 6′. 25″ S.	11°. 5′. 28″ O.	18°. 45′ NO.
Equateur	15.......... midi.	N ¼ NO.	— 3 . 4	— 3 . 5	— 3 . 4,5	10 . 46 . 51	12 . 49 . 12	18 . 40
magnétique.	16...... 6 h. M.	N.	— 0 . 3,7	+ 0 . 7,5	+ 0 . 1,9	9 . 43 . 48	14 . 13 . 31	18 . 20
	17...... 7 h. ½ M.	NO ¼ O.	+ 2 . 12	+ 2 . 13,7	+ 2 . 12,8	8 . 16 . 0	15 . 44 . 20	17 . 0

Observations faites à l'Ile de l'Ascension en janvier 1825.

L'Observatoire était au milieu de la place de l'Etablissement de Sandy-Bay, sur la pile du capitaine Sabine.

Latit. S. 7°. 55'. 48". Long. O. 16°. 44'. 26".
Déclinaison NO. 16°. 52'. 17".

Boussole terrestre.

Aig. nº 0.	Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
+ 1°. 25'	+ 1°. 53'	+ 1°. 47'

+ 1°. 41',7.

Boussole marine.

Observ. faites à bord.
Le Cap au SSE.

Aig. nº 1.	Aig. nº 2.
+ 2°. 17',5	+ 2°. 12',2

+ 2°. 14',8.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 22 janvier 1827.

M. GAMBART transmet de nouveaux détails sur la comète du Bouvier; M. Martius, nommé récemment correspondant, adresse ses remercîmens à l'Académie; M. Sérullas communique quelques résultats auxquels il est arrivé en étudiant le brome; M. Houtou-Labillardière écrit qu'il a imaginé un moyen de mesurer l'intensité de la couleur des liquides, et par suite de déterminer les valeurs comparatives des différentes qualités d'une même substance. On annonce que M. Pons avait déjà vu, dès le 26 décembre, la comète que M. Gambart trouva à Marseille le 27.

M. Mathieu fait un rapport sur les règles logarithmiques exécutées dans les ateliers de M. Lenoir fils.

La Commission qui décernera le prix de Physiologie (animale ou végétale), fondé par M. de Monthyon, sera composée de MM. Mirbel, Magendie, Cuvier, Desfontaines et Geoffroy-Saint-Hilaire.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire continue la lecture de son Mémoire sur les Organes génitaux et urinaires de l'ornithorinque.

Séance du lundi 29 janvier.

L'Académie reçoit un Mémoire sur les Hydropisies, de M. Lavalette; la recette d'un Sirop dépuratif contre la siphilis, par M. Zanetti; une Note de M. Sérullas sur l'Hydrocarbure de brome; la description d'une nouvelle Machine à filer, de l'invention de M. Caïman-Duverger; des Observations de MM. Robiquet et Colin sur le Procédé proposé par M. Houtou-Labillardière

pour déterminer les valeurs comparatives des différentes qualités d'une même substance tinctoriale.

M. Silvestre rend compte de deux Mémoires de M. Saintourens concernant le défrichement et le déboisement des terres incultes du département des Landes.

MM. Gay-Lusac et Dulong font un rapport sur le Mémoire de M. Dumas, qui a pour objet divers points de la théorie atomistique. (*Voyez* plus bas.)

M. Girard continue la lecture de son Mémoire sur les Voies de communication.

M. Dupin donne la suite de ses Recherches statistiques.

Séance du lundi 5 février.

M. Rauque, docteur en Médecine, adresse un Recueil de faits pour servir à constater l'utilité de l'huile obtenue par la combustion des tissus de chanvre et de coton dans le traitement de plusieurs maladies; M. Gaudin de Rochefort envoie la description d'une nouvelle pompe pneumatique; M. Clément Desormes communique de nouvelles Expériences concernant la succion qui se manifeste durant l'écoulement des fluides élastiques; M. Caïman Duverger présente une seringue d'une nouvelle espèce.

M. Blainville donne communication d'une Lettre de M. Robineau Desvoidy, sur l'organe de l'olfaction dans les crustacées.

M. Geoffroy-Saint-Hilaire rend un compte favorable d'un Mémoire de M. Vincent Portal, sur les Monstruosités humaines.

La Commission qui décernera le prix de statistique, sera composée cette année de MM. Coquebert, Fourier, Maurice, Ramond et Dupin.

MM. Audouin et Milne Edwards lisent la seconde partie de leur Mémoire sur la Circulation des crustacées.

M. Rozet lit une Notice géognostique sur les terrains secondaires de la partie sud du littoral de l'étang de Berre, département des Bouches-du-Rhône.

M. Cauchy dépose sur le bureau un Manuscrit intitulé : *Application du calcul des résidus aux questions de physique mathématique.*

Séance du lundi 12 *février.*

L'Académie reçoit : une nouvelle Méthode pour la réunion des plaies des intestins, par M. Denan ; la Description d'un nouvel appareil propre à établir des courans d'air dans l'oreille interne, par M. Deleau ; un Mémoire de M. Jacobson, sur les petites bivalves qui se trouvent dans les branchies des moules et des anodontes ; un Mémoire de M. d'Hombres Firmas, sur la Comparaison des instrumens de météorologie.

M. Magendie annonce que la maladie de M. Laplace paraît devenir moins intense.

Sur le rapport de M. Deyeux, M. Zanetti qui avait présenté la recette d'un nouveau sirop dépuratif est renvoyé à se pourvoir devant l'Académie de Médecine.

MM. Thenard et Chevreul rendent un compte très-favorable du Mémoire de M. Sérullas, que nous avons déjà imprimé, sur des composés de brome.

M. Tétard avait présenté un Mémoire sur la nature du soleil ; il résulte du rapport fait aujourd'hui par MM. Mathieu et Cauchy, que les idées de M. Tétard ne méritent aucune attention.

M. Magendie lit la troisième partie de son Mémoire sur le liquide contenu dans les cavités céphalo-rachidiennes.

M. Héron de Villefosse lit le Mémoire que nous avons imprimé dans le Cahier de février.

On nomme au scrutin la Commission qui proposera cette année une question de prix dans la division des

sciences naturelles ; elle sera composée de MM. Cuvier, Thenard, Magendie, Desfontaines et Mirbel.

L'Académie, après une discussion détaillée, arrête que la Commission chargée de décerner les prix de Médecine et de Chirurgie fondés par M. de Monthyon, sera désormais composée de neuf Membres.

Séance du lundi 19 février.

M. Hufeland, nommé récemment correspondant, remercie l'Académie ; M. Leroy d'Etiolles adresse la description de quelques instrumens nouveaux propres à mesurer le volume des pierres vésicales ; il est donné lecture d'une Lettre de M. Valz, de Nisme, sur l'orbite de la comète du Bouvier ; M. Gambart adresse les résultats de ses dernières observations de la même comète ; M. Cauchy dépose un Mémoire manuscrit sur le choc des corps élastiques.

M. Magendie informe l'Académie que la santé de M. de Laplace est maintenant dans un état d'amélioration satisfaisant.

MM. Thenard et Chevreul rendent un compte favorable du Mémoire de MM. Robiquet et Colin qui fait partie de ce Cahier.

M. Mayor lit une Note sur un nouveau procédé de ligature à tourniquet applicable à l'extirpation du col de l'utérus.

M. Mirbel fait un rapport verbal favorable sur les deux premières livraisons de l'ouvrage de M. Chauvin, concernant les algues de Normandie.

M. Fournier de Lemples lit un Mémoire sur les sondes droites et sur les instrumens propres à broyer les pierres dans la vessie.

M. Bonastre lit un Mémoire sur la combinaison des huiles volatiles avec les alcalis.

La Commission, nommée en exécution de l'arrêté pris dans la séance précédente, pour décerner l'un des

prix fondés par M. de Monthyon, se compose de MM. Boyer, Magendie, Portal, Dulong, Duméril, Georges Cuvier, Thenard, Dupuytren et Arago.

Séance du lundi 26 février.

Le Garde des Sceaux adresse un échantillon d'une écriture que l'inventeur croit indélébile.

MM. Blanc de Grenoble et Roussel soumettent à l'examen de l'Académie une nouvelle horloge. MM. Pelletier et Caventou demandent à être admis au concours pour les prix Monthyon, à raison de la découverte du sulfate de quinine (*voyez* la Lettre ci-après); M. Robiquet dépose un paquet cacheté; M. Poiteau adresse une explication des directions que prennent la radicule et la tige d'une jeune plante mue circulairement dans un plan vertical ou horizontal; on reçoit un Mémoire de M. Vallot sur plusieurs nouvelles espèces de Cecidomyes, et des tableaux de statistique commerciale de M. César Moreau.

M. Delessert communique quelques Notices qui lui ont été adressées sur un nouveau moyen de transport.

M. Vallance, inventeur de ce nouveau moyen, propose d'établir, dans tout l'intervalle à parcourir, un grand cylindre de fonte horizontal; ce cylindre serait fermé du côté du point de départ par un piston à la paroi extérieure duquel se trouverait attaché le chariot destiné à porter les voyageurs et les marchandises; on établirait à l'autre bout du tuyau une grande machine à feu pour y faire le vide. A l'instant où le piston cesserait d'être accroché, la pression atmosphérique lui imprimerait une vitesse de translation qui ne différerait de celle dont l'air est doué quand il se précipite dans le vide, qu'à cause du frottement. M. Vallance pense qu'il ne sera pas difficile de donner à ses chariots une vitesse de 30 lieues à l'heure. Il n'a fait jusqu'ici qu'un seul essai de son moyen, dans un cylindre en bois de 9 pieds de diamètre et de 200 pieds de long; plusieurs personnes,

entr'autres le duc de Bedford, lord Holland et M. Flahaut, ont parcouru assez rapidement ce tuyau, quoiqu'il fût loin de garder le vide. M. Vallance annonce qu'il va faire construire un vaste tuyau qui joindra Londres et les Docks.

M. Mathieu rend compte des moyens que M. Malmeneyde propose pour évaluer la surface des figures tracées sur un plan.

M. Girard continue la lecture de son Mémoire sur les voies de communication.

M. Navier présente un Mémoire sur le mouvement d'un fluide élastique qui sort d'un réservoir ou gazomètre. (Nous le ferons connaître.)

RAPPORT *fait à l'Académie par MM.* Gay-Lussac *et* Dulong, *sur un Mémoire de M.* Dumas *qui a pour objet plusieurs points de la théorie atomistique.*

On comprend assez généralement depuis quelques années, sous le nom de *théorie atomistique*, une série de faits bien constatés et d'aperçus systématiques plus ou moins probables, qui ont une connexion nécessaire avec la constitution intime des corps. Ces deux ordres d'idées, qui ne comportent pas le même degré de certitude, doivent être distingués avec soin, pour que l'on ne confonde pas des lois fondées sur l'observation avec des spéculations philosophiques toujours susceptibles d'objections.

Toutes les notions relatives aux proportions des composés chimiques, sont renfermées dans l'énoncé de cette loi générale, entrevue d'abord dans la classe des acides et des alcalis par Wenzel, confirmée par Richter, et étendue ensuite par divers chimistes à tous les corps simples ou composés, savoir : que les quantités pondérales de deux substances conservent, dans toutes les combinaisons qu'elles peuvent former avec une même masse

de tout autre corps, un rapport constant ou dont les variations, s'il en éprouve, sont des multiples ou des sous-multiples de l'une de ses valeurs.

Il résulte immédiatement de cette loi, que la proportion d'un élément, dans toutes ses combinaisons, peut être représentée par un certain nombre multiplié ou divisé par un des premiers termes de la série des entiers; et que si l'on possédait une table renfermant les nombres relatifs à chaque corps simple, il serait toujours facile de vérifier les résultats des analyses qui comportent le plus de chances d'erreur, et de prédire même les proportions des combinaisons qui n'auraient pas encore été réalisées. Cette table, la science la possède aujourd'hui, et c'est surtout aux travaux de M. Berzelius qu'elle en est redevable. Le degré de perfection qu'il a porté dans les procédés analytiques, permet d'espérer que les nombres proportionnels ne subiront désormais que des variations bien légères pour la plupart des corps.

L'emploi que les chimistes font de ces tables repose, comme on voit, sur des faits d'observation dont l'exactitude est universellement reconnue, et sans aucun mélange de considérations hypothétiques.

Mais on a cherché à expliquer la loi précédemment énoncée; c'est ici que commence la partie spéculative de la théorie, ou plutôt du système atomistique. En admettant que les dernières particules des composés résultent toujours d'un petit nombre de molécules élémentaires de chaque espèce, en sorte qu'un atome de cuivre se combine, par exemple, avec un atome d'oxigène pour faire le protoxide de ce métal, avec deux pour le deutoxide, etc., il est évident que dans toutes les combinaisons où il entrera une molécule d'oxigène, comme dans le protoxide de cuivre, le même nombre pourra représenter la dose de cet élément, et que ce même nombre, multiplié par deux ou par trois, représentera la proportion du même principe dans les composés qui en contiendraient 2 ou 3 molécules.

On voit donc comment les lois des proportions chi-

miques conduisent inévitablement à quelque hypothèse sur le nombre des molécules de chaque espèce qui entrent dans toute combinaison. Toutefois ce n'est pas ainsi que cette idée s'est introduite dans la science : M. Dalton, qui en a le premier embrassé toutes les conséquences, l'a présentée d'une manière purement abstraite, et à une époque même où les résultats des analyses étaient encore fort éloignés de la précision nécessaire pour permettre d'en vérifier la justesse.

D'après ce qui vient d'être dit, on ne peut guères douter aujourd'hui que toutes les combinaisons ne résultent d'un petit nombre de molécules élémentaires de chaque espèce ; mais si l'on s'accorde généralement sur le principe, il faut convenir que, dans la plupart des cas, il n'existe aucune raison péremptoire qui oblige d'adopter telle ou telle supposition.

La simplicité des rapports qu'on observe entre les volumes des fluides élastiques qui se combinent, loin d'être opposée à l'hypothèse de Dalton, comme ce célèbre physicien l'avait d'abord pensé, en est au contraire une confirmation évidente, et même l'observation du rapport des volumes, lorsqu'elle est possible, laisse en général beaucoup moins d'incertitude que celle des poids sur le nombre des molécules élémentaires qui entrent dans un composé.

Mais on sait que la plupart des corps que nous considérons comme simples, sont fixes, ou ne peuvent être réduits en vapeur qu'à des températures trop élevées, pour que leur densité puisse être mesurée directement. Aussi les poids spécifiques qu'on a attribués aux atomes de ces substances, ont-ils été déduits de considérations particulières pour chacune d'elles, et souvent d'une manière tout-à-fait arbitraire ; mais la relation que l'on a signalée dans ces derniers temps entre les chaleurs spécifiques des corps simples et les proportions dans lesquelles ils se combinent, fournira probablement un des meilleurs moyens d'arriver à la connaissance du poids relatif de leurs atomes, et l'on peut dire

même que, jusqu'ici, aucun autre ne serait aussi généralement applicable.

Ce n'est pas seulement entre les volumes d'un composé qu'il existe des rapports simples ; une relation analogue s'observe encore entre les volumes des composés et celui de chacun des élémens. Quelquefois le volume du composé est la somme des volumes des élémens ; la plupart du temps il y a contraction ; jamais il n'y a de dilatation.

On ne sait pas encore ce qui détermine tel ou tel mode de contraction. Il paraît même, d'après des observations récentes, que les mêmes substances peuvent se combiner dans le même rapport avec des contractions diverses. Cependant le nombre des contractions différentes connu jusqu'ici est assez restreint ; ensorte que si l'on pouvait déterminer exactement la densité des combinaisons binaires, et celles de l'un des élémens à l'état de fluide élastique, il resterait en général peu d'incertitude sur la densité de la vapeur de l'autre élément déduite de la supposition du mode le plus simple de contraction, et l'on étendrait par là aux substances fixes l'avantage qui résulte de la substitution du rapport des volumes à celui du poids.

Tel est le but que s'est proposé M. Dumas, en recherchant, par des observations directes, la densité des vapeurs d'un grand nombre de combinaisons binaires formées par un élément fixe et un autre élément gazeux. Le procédé qu'il a employé est simple et susceptible d'une exactitude suffisante pour l'objet qu'il s'est proposé.

La substance sur laquelle on veut expérimenter est placée dans un matras, dont le col est ensuite effilé à la lampe. On expose cette substance à une température supérieure à son degré d'ébullition sous la pression atmosphérique, en plongeant le matras dans un bain d'eau, d'acide sulfurique on d'alliage fusible, suivant que la substance entre plus ou moins facilement en ébullition. L'air se trouve expulsé du matras par la vapeur qui se forme et qui en remplit bientôt la capacité. L'orifice du vase étant alors fermé, et l'appareil revenu à la tem-

pérature de l'air ambiant, on détermine le poids de la matière qui, à l'état de vapeur, remplissait la capacité du ballon, capacité que l'on évalue ensuite par les moyens ordinaires. On a dès lors tous les élémens nécessaires pour calculer la densité de la vapeur. Son élasticité est donnée par la hauteur du baromètre au moment où le ballon a été fermé, et la température accusée par un thermomètre à air placé à côté du matras.

L'auteur a mis son procédé à l'épreuve, en l'appliquant à la détermination de la densité de la vapeur d'iode. Le nombre qu'il a obtenu diffère très-peu de celui qui avait été déduit, par des considérations théoriques, d'analyses très-exactes; cet accord suffit pour mettre hors de doute l'exactitude de ce procédé.

M. Dumas expose successivement les résultats relatifs à la vapeur de mercure, à celles des chlorures de phosphore, d'arsenic, de silicium, d'étain et de titane. Il y a joint les densités de plusieurs gaz composés qui n'étaient pas encore connues avec une précision suffisante, telles que celles des hydrogènes phosphorés au *minimum* et au *maximum*, de l'hydrogène arseniqué, des acides fluo-silicique, fluo-borique et du chlorure de bore.

Le mode de contraction que M. Dumas adopte pour la plupart des composés qu'il a examinés, est celui qui existe dans l'ammoniaque, seul corps où on l'eût encore observé. Les nombres qu'il déduit de cette supposition pour les poids relatifs de l'atome des substances fixes ne peuvent pas être considérés comme invariablement déterminés : car pour le bore, par exemple, au lieu de supposer qu'il se combine avec le chlore dans le rapport de 1 à 3, le volume du composé étant 2, rien n'empêcherait d'admettre qu'il se combine dans le rapport de $1\frac{1}{2}$ à 3, le volume du composé étant également 2. Cette contraction serait précisément celle que l'auteur admet dans l'hydrogène per-phosphoré.

Tout en poursuivant l'objet principal de ses recherches, M. Dumas a eu occasion de faire des observations importantes sur la préparation, les propriétés physques et la composition de plusieurs combinaisons imparfaitement connues.

Enfin, il a fait voir que la composition du gaz hydrogène arséniqué, privé du gaz hydrogène qui s'y trouve toujours mêlé en proportion variable, était la même que celle du gaz hydrogène proto-phosphoré sur lequel il a publié antérieurement des observations importantes.

Il indique un nouveau moyen de préparer le chlorure de bore découvert par M. Berzelius, et un chlorure de titane volatil qui n'avait point encore été observé. Enfin, il annonce la découverte d'un chlorure gazeux de manganèse correspondant à l'acide manganésique; mais il se propose de revenir sur cette combinaison dans un autre Mémoire.

Nous croyons avoir suffisamment fait sentir l'importance de ces nouvelles recherches de M. Dumas. On y retrouve le talent d'observation, l'exactitude des méthodes expérimentales, et la justesse des vues qui caractérisent ses autres travaux. Nous avons donc l'honneur de proposer à l'Académie d'accorder son approbation au Mémoire dont nous venons de lui rendre compte, et d'en ordonner l'impression dans le *Recueil des Savans Etrangers*.

Signé Gay-Lussac, Dulong, Rapporteur.

L'Académie adopte les conclusions de ce Rapport.

Lettre *de MM.* Pelletier *et* Caventou *à MM. les Membres de l'Académie royale des Sciences, sur la fabrication du sulfate de quinine.*

Lorsque, vers la fin de l'année 1820, nous fîmes connaître la quinine, nous ne pûmes pas avec certitude présenter cette substance comme le principe actif du quinquina, et sa combinaison avec l'acide sulfurique (sulfate de quinine) comme un médicament héroïque contre la plupart des fièvres essentielles et plusieurs affections périodiques; et bien que telle fût notre opinion, ce n'était qu'avec réserve que nous dûmes la faire entrevoir. En effet, n'aurait-on pas pu nous objecter que, parmi les chimistes qui s'étaient occupés

de l'analyse des quinquinas, plusieurs avaient trouvé des principes nouveaux, que successivement ils avaient présentés comme le principe actif de ces écorces, tandis que l'expérience médicale était toujours venu détruire ces assertions. On aurait accordé que les propriétés physiques et chimiques de la quinine, semblaient indiquer par analogie que dans cette substance résidait le principe actif du quinquina, comme dans la *strychnine*, la *morphine*, la *vératine*, l'*émétine*, et autres bases salifiables végétales, se trouvaient concentrées, les propriétés énergiques des végétaux, dont ces produits étaient extraits; mais que des présomptions n'étaient pas des preuves: que d'ailleurs, en supposant que la quinine fût le principe actif essentiel du quinquina, il pouvait arriver que dans son emploi médical, il se rencontrât des inconvéniens qui forceraient à en abandonner l'usage.

Nous dûmes donc nous borner au travail chimique, en engageant seulement les médecins à expérimenter sur cette substance. MM. Magendie, Double, Chomel, Alibert, Bally, etc. furent les premiers à se livrer à ces recherches avec toute la sagesse et la prudence qui les caractérisent.

C'est à vous, Messieurs, qu'ils soumirent leurs observations, sur lesquelles MM. Hallé, Portal, Duméril et Thenard, firent des rapports qui déjà donnèrent une idée de l'extension que prendrait l'emploi du sulfate de quinine, tant en France qu'à l'Etranger. Toutefois les choses ont dépassé notre attente, et la préparation du sulfate de quinine est devenue pour la France une nouvelle branche d'industrie à laquelle se rattachent maintenant de grands intérêts commerciaux: quelques détails sur ce sujet nous ont paru devoir intéresser l'Académie, parce qu'ils feront connaître l'extension qu'a reçu l'emploi d'un médicament qui a déjà mérité son suffrage.

Le sulfate de quinine a d'abord été préparé par les auteurs de sa découverte; mais la consommation venant à augmenter, MM. Pelletier, Robiquet, Levaillant, s'en occupèrent en grand dans leurs fabriques de produits chimiques. Il serait difficile d'éta-

blir ici d'une manière rigoureuse, le nombre, l'origine et l'importance des établissemens où l'on prépare en ce moment le sulfate de quinine ; mais, pour en donner à l'Académie une idée au moins approximative, nous exposerons ici les résultats numériques du travail de deux fabriques *pendant l'année* 1826 ; l'une est celle de l'un de nous, M. Pelletier ; l'autre, celle de M. Levaillant : ce pharmacien-chimiste a bien voulu nous communiquer le relevé de ses registres.

Quinquina traité par M. Pelletier pour son compte particulier..................................	276 quintaux.
Quinquina traité par M. Pelletier en participation avec M. Auguste Delondre........	460
Quinquina traité par M. Levaillant pour M. Delondre..........................	420
Quinquina traité par M. Levaillant, pour lui et divers capitalistes..................	437
Total des deux fabriques.....	1593 quintaux.

Les divers quinquinas traités n'étaient pas tous également riches en quinine ; quelques quinquinas ont donné 3 gros 50 grains de sulfate ; d'autres, très-légers, n'en ont fourni que 2 gros ; mais le sulfate de quinine obtenu était identique (1) : la moyenne de ces résultats a été 3 gros de sulfate de quinine par livre de quinquina (égal à vingt-trois millièmes), ce qui présente et a fourni en 1826 une masse de $59^{\text{mill.}},057$, onces de sulfate de quinine pour les deux fabriques ci-mentionnées.

Quelle est la quantité de sulfate de quinine préparé par les autres fabricans français ? Comme nous l'avons

(1) L'extraction du sulfate de quinine ramène ainsi indirectement tous les quinquinas au même degré de qualité ; combien de fois les pharmaciens n'ont-ils pas vendu, sans le savoir, des quinquinas peu actifs, parce qu'ils contenaient peu de quinine, bien qu'ils parussent réunir les caractères extérieurs qui semblaient distinguer les bons quinquinas.

dit, il nous est impossible de l'établir d'une manière exacte; toutefois nous sommes certains d'être au-dessous de la vérité en admettant que toutes ces fabriques réunies ont fait entre elles une quantité de quinine environ égale à celle fabriquée par l'un de nous : soit 31 mille onces, correspondant à 80 mille livres de quinquina: nous avons alors un total de 90 mille onces de sulfate de quinine; or, en admettant que la moyenne de sulfate de quinine administrée à chacun de ceux qui en ont fait usage, soit de 36 grains en plusieurs doses (et la plupart du temps, il en faut bien moins pour couper entièrement la fièvre), *les* 90,000 *onces fabriquées en* 1826 *auront été réparties entre* 1,444,000 *individus*. Ce nombre, qui pourrait paraître extraordinaire, se comprendra si l'on réfléchit que le sulfate de quinine est généralement demandé de toutes les parties de l'Europe, qu'on en exporte en Amérique même, que déjà les négocians français et anglais en font des expéditions au Levant et aux Indes orientales, et que la majeure partie du sulfate de quinine ainsi expédié sort des fabriques de France. L'Italie est le seul pays étanger où l'on fabrique du sulfate de quinine en proportion des besoins de la population.

Du reste, tout porte à croire que la fabrication du sulfate de quinine prendra une nouvelle extension par l'emploi qui commence à s'en faire dans les Indes orientales, où il est reconnu efficace contre plusieurs fièvres endémiques. Dans ces vastes contrées, on faisait peu usage du quinquina, qu'il aurait fallu tenir à grand frais d'Amérique et qu'on croyait pouvoir remplacer par des écorces indigènes; il n'en est pas de même du sulfate de quinine maintenant employé dans ces régions : on ne peut rien lui substituer, et son peu de volume, comparé à celui du quina dont il est extrait, en rend le transport et l'administration faciles : avantages plus appréciés dans ces contrées qu'en Europe même.

Messieurs, d'après les détails que nous venons d'avoir l'honneur de vous offrir, vous aurez remarqué que nous nous étions bornés à présenter en 1820 la quinine comme découverte chimique déjà importante; nous es-

pérons qu'il nous sera permis aujourd'hui de la regarder comme une grande découverte médicale, puisqu'il a fallu plusieurs années d'expériences pour l'élever à ce rang, et que ce titre lui est acquis par le succès. Si vous partagez cette opinion, Messieurs, nous vous supplions de transmettre notre Lettre à la Commission chargée d'examiner les travaux qui concourent aux prix institués par M. Monthyon. Nous nous empresserons de donner aux Membres de la Commission, tous les documens qu'ils pourront désirer avec les preuves à l'appui.

EXTRAIT *d'une Lettre de M.* Despretz *à M.* Arago, *sur la Compression des gaz.*

Les gaz acides sulfureux et hydro-sulfurique; les gaz cyanogène et ammoniacal, comparés à l'air atmosphérique, s'écartent de la loi de Mariotte. L'écart se manifeste déjà sous deux pressions atmosphériques, comme on le voit par les nombres suivans :

Air.	Gaz ammoniacal.
$1^{m},819$	$1^{m},850$;
2 ,582	2 ,663;
3 ,865	4 ,132.

Les gaz étaient parfaitement desséchés et dépouillés de matières étrangères. Les tubes gradués qui les renfermaient étaient enveloppés d'eau, en sorte que le dégagement de chaleur ne pouvait pas être une cause d'erreur; j'ajouterai d'ailleurs que l'hydrogène a été sensiblement d'accord avec l'air jusqu'à 15 atmosphères. Ce n'est qu'à 20 atmosphères que celui-ci a été en avant d'une quantité notable; mais comme je voulais répéter l'expérience, le tube a éclaté sous 28 atmosphères.

Ces expériences montrent que les gaz susceptibles d'être liquéfiés, indiquent une pression d'autant plus supérieure à celle de l'air, que la compression est plus forte. Il est probable que l'air lui-même s'écarte de la loi de Mariotte à des pressions peu élevées; mais on ne peut décider la question qu'en mesurant la pression par une colonne de mercure, et en corrigeant cette dernière de la compression du métal.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN.			MIDI.			3 HEURES DU SOIR.			9 HEURES DU SOIR.			THERMOMÈTRE.		ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	maxim.	minim.		
1	750,90	+12,0		751,84	+14,5		751,80	+14,0		751,84	+ 9,7		+14,5	+ 9,7	Eclaircies.	O. S. O. fort.
2	748,52	+10,0		745,80	+12,5		743,84	+13,8		741,30	+ 3,0		+13,8	+ 2,3	Nuageux.	S. O. très-fort.
3	749,38	+ 4,7		747,85	+10,2		745,50	+11,5		739,30	+ 7,5		+11,5	+ 0,7	Pluie très-fine.	S. S. E.
4	734,60	+ 9,8		733,50	+11,6		734,00	+11,5		739,53	+ 5,0		+11,6	+ 5,0	Nuageux.	S. O. très-fort.
5	754,50	+ 4,6		755,55	+ 6,4		755,12	+ 8,2		752,50	+ 5,0		+ 8,2	+ 1,1	Beau.	O.
6	743,70	+ 6,3		742,30	+10,3		742,40	+11,8		744,90	+ 7,3		+11,8	+ 5,0	Très-nuageux.	S. S O. fort.
7	750,92	+ 8,5		749,35	+10,0		746,07	+ 8,7		741,60	+10,4		+10,5	+ 5,7	Couvert.	S.
8	737,10	+ 8,5		738,75	+11,4		738,50	+11,8		740,37	+ 6,8		+11,8	+ 6,8	Petits nuages.	S. O. très fort.
9	741,82	+ 7,6		741,54	+10,0		740,80	+10,0		741,80	+ 5,5		+10,0	+ 5,5	Quelq. petit, éclairc.	S. S. O.
10	748,42	+ 5,8		751,10	+ 7,5		753,32	+ 8,0		756,65	+ 4,3		+ 8,8	+ 4,3	Couvert.	O.
11	752,84	+10,0		754,36	+14,0		755,10	+14,0		755,30	+12,0		+14,0	+ 6,7	Quelq. pet. éclairc.	O. S. O. tr.-f.
12	754,60	+12,5		756,07	+13,5		758,46	+13,8		760,48	+ 9,4		+14,5	+ 9,4	Très-nuageux.	O. fort.
13	755,10	+11,2		757,14	+12,5		757,58	+12,5		756,62	+11,2		+12,5	+10,5	Couvert	O. N. O. fort.
14	754,07	+10,8		756,22	+11,8		757,46	+11,5		759,82	+ 6,8		+11,8	+ 6,8	Eclaircies.	O. N. O. tr.-f.
15	753,86	+ 7,7		750,45	+11,0		748,48	+[illegible]5,2		752,33	+ 4,2		+11,0	+ 4,2	Couvert.	S. O.
16	760,92	+ 5,5		762,30	+ 6,9		763,00	+ 7,8		762,13	+ 4,0		+ 7,8	+ 3,2	Nuageux.	N.
17	745,57	+ 7,2		743,83	+ 9,2		742,44	+ 9,5		743,46	+ 5,5		+ 9,5	+ 5,5	Petites éclaircies.	O. N. O. fort
18	755,66	+ 4,6		756,10	+ 5,3		756,88	+ 2,8		761,92	+ 0,3		+ 5,3	+ 0,3	Couvert.	N. O. très-fort.
19	765,86	+ 2,5		766,34	+ 3,7		766,36	+ 4,7		768,36	+ 0,5		+ 4,7	— 0,6	Beau.	N.
20	768,38	+ 6,1		767,28	+10,5		766,20	+10,3		764,64	+10,3		+10,5	— 1,2	Couvert.	S. O.
21	762,94	+10,0		762,07	+11,6		761,57	+12,6		762,07	+ 9,5		+12,6	+ 8,2	Couvert.	O.
22	762,60	+ 9,5		762,36	+12,0		761,20	+14,3		762,53	+ 9,3		+14,3	+ 8,5	Très-nuageux.	O.
23	762,93	+ 8,7		762,78	+12,2		762,12	+12,5		762,32	+10,0		+12,5	+ 7,5	Couvert.	O. S. O.
24	761,40	+11,4		760,94	+14,1		760,32	+13,2		760,36	+ 8,3		+14,1	+ 8,3	Nuageux.	N. O.
25	759,47	+ 8,9		759,12	+10,2		758,40	+11,2		760,23	+ 8,7		+11,2	+ 8,0	Couvert.	O.
26	764,32	+ 7,3		764,60	+10,3		763,75	+ 9,8		763,30	+ 6,0		+10,3	+ 3,0	Très-nuageux.	N.
27	759,24	+ 8,0		757,64	+12,7		755,12	+13,2		754,30	+ 8,0		+13,2	+ 1,5	Eclaircies.	S. S. E.
28	753,80	+11,3		752,32	+15,5		750,28	+17,0		746,54	+12,0		+17,0	+ 3,3	Nuageux.	S. S O.
29	744,18	+ 9,7		744,70	+12,2		745,00	+ 9,0		746,60	+ 4,5		+12,2	+ 4,5	Très-nuageux.	O S. O. tr.-f.
30	746,96	+ 8,0		745,64	+ 7,5		744,38	+ 7,5		748,38	+ 6,0		+ 8,0	+ 3,8	Pluie fine.	O.
31	758,10	+ 7,5		760,00	+ 8,5		760,62	+ 8,2		761,70	+ 4,0		+ 8,5	+ 2,5	Eclaircies.	N. N. O.
1	746,00	+ 7,8		745,76	+10,4		745,13	+10,9		745,07	+ 6,4		+11,2	+ 4,6	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	756,49	+ 7,8		757,01	+ 9,8		757,20	+ 9,2		758,51	+ 6,4		+10,2	+ 4,5	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 7,690
3	757,81	+ 9,1		757,47	+11,5		756,62	+11,7		757,12	+ 7,8		+12,2	+ 5,4	Moyenn. du 21 au 31.	Terrasse, 6,483
	753,57	+ 8,2		753,54	+10,6		753,10	+10,6		753,68	+ 6,9		+11,2	+ 4,8	Moyennes du mois,	+ 8,0.

MÉMOIRE *sur les Iodures doubles.*

PAR M. POLYDORE BOULLAY.

(Lu à l'Académie royale des Sciences le 23 avril 1827.)

LES rapports naturels qui rattachent les corps électro-négatifs à l'oxigène, ont été lents à établir; mais on peut aujourd'hui les regarder comme admis par le plus grand nombre des chimistes. L'exposition simple et lumineuse que M. Gay-Lussac nous a donnée de ses idées sur les combinaisons de l'acide hydrosulfurique, et l'important Mémoire de M. Berzelius sur les sels formés par les sulfures, ont, à cet égard, amené la conviction la plus complète. Cependant M. Berzelius, dans le travail remarquable que je viens de rappeler, a posé quelques principes qui me semblent de nature à pouvoir être contestés. Ce célèbre chimiste regarde comme certain, d'après ses propres observations, qu'il convient de rapprocher le soufre, le phosphore et quelques autres corps de l'oxigène; mais il n'admet pas le même rapprochement relativement à l'iode et au chlore.

Je vais chercher à poser la question nettement et dans toute la simplicité qu'elle paraît avoir réellement. Lorsque l'oxigène se combine avec un autre corps, il en résulte généralement un composé doué d'une tendance acide ou basique. L'union de deux composés de ce genre doués de propriétés opposées donne naissance à des sels plus ou moins bien définis. L'idée de sel se rapporte donc toujours à l'union de deux corps composés eux-mêmes.

Sous ce point de vue, les chlorures, les iodures,

les sulfures, ne sont point des sels et ressemblent théoriquement aux oxides d'une manière qui paraîtra tout-à-fait évidente à quiconque voudra bien examiner avec attention l'ensemble des travaux qui concernent ces corps. Ce rapprochement admis, les combinaisons de tous ces corps entre eux donnent naissance à diverses séries faciles à caractériser; mais dans l'application, les résultats sont restreints dans des limites souvent étroites par la nature même des corps mis en présence.

En effet, si d'un côté rien ne s'oppose à l'union des oxacides et des oxides, de l'autre aucune réaction particulière ne pourra troubler non plus l'union des sulfures entre eux, des chlorures entre eux, des iodures entre eux, et tous ces composés devront être classés ensemble comme de véritables sels.

Si l'on fait agir, au contraire, un hydracide sur un oxide, il pourra bien quelquefois en résulter un composé salin; mais le plus souvent le produit ne sera qu'un sulfure, un chlorure ou un iodure, l'hydrogène et l'oxigène en présence s'étant unis pour former de l'eau. Si on remplace l'oxide par un autre composé analogue, l'union pourra se faire encore quelquefois; mais le plus souvent aussi une réaction subite déterminera la formation de deux composés binaires incapables de se combiner. Telle est l'action bien connue de l'acide hydrochlorique sur les sulfures, qui donne généralement naissance à un chlorure et à de l'acide hydrosulfurique.

Enfin, que l'on mette un oxide ou un oxacide en présence d'un sulfure, d'un iodure ou d'un chlorure, l'union pourra se manifester encore, mais elle sera

limitée dans d'étroites bornes par la réaction que l'oxigène peut exercer sur les radicaux, action qui tend à détruire les composés qu'on a mis en présence.

Il résulte de ces considérations que dans l'état actuel de la chimie, les composés binaires qui ont le même corps électro-négatif sont ceux qu'il nous est le plus facile d'unir. Ce sont les seuls qui ne tendent pas à se détruire réciproquement. Leur étude offre donc un champ vaste et d'une exploitation facile, tandis que dans les autres circonstances citées, des réactions qu'il n'est pas toujours facile de prévoir, imposent des bornes étroites à l'application des moyens ordinaires de la chimie. Sous ce point de vue, l'emploi de l'ingénieux procédé que M. Becquerel a le premier mis en usage, permet d'espérer la solution de beaucoup de problêmes importans pour la théorie. En effet, pour des corps dont l'union est fondée sur une affinité si faible que le moindre dérangement en détermine la destruction, ou en prévient la formation, il est bien permis d'espérer que l'influence d'une faible tension électrique pourra, dans bien des cas, s'opposer efficacement aux causes perturbatrices que le véhicule employé introduit dans l'expérience.

Je n'ai pas l'intention de traiter ces faits dans toute leur généralité. En ce qui concerne les cyanures, les fluorures et les sulfures, on peut regarder comme bien connues par les recherches de M. Berzelius ou de M. Gay-Lussac, la plupart des réactions qui servent de type aux classes ci-dessus indiquées. Ce que je me propose surtout, c'est de généraliser et d'étendre les vues qui résultent de ces grands travaux à des corps que M. Ber-

zelius classait en dehors de la série, c'est-à-dire, aux iodures et peut-être aux chlorures eux-mêmes.

M. Gay-Lussac a prouvé que l'acide hydro-sulfurique peut se combiner avec les sulfures alcalins. Des expériences analogues tentées avec l'acide hydrochlorique n'ont pas eu de succès. J'espère prouver toutefois que ces acides peuvent se combiner avec les iodures ou les chlorures métalliques. On sait en effet depuis long-temps que les chlorures ou les iodures insolubles peuvent se dissoudre dans les acides hydrochlorique ou hydriodique; un examen plus attentif nous montrera dans ces dissolutions tous les caractères d'une véritable combinaison.

L'iodure rouge de mercure, par exemple, se dissout en abondance dans l'acide hydriodique liquide, et cette dissolution présente trois circonstances remarquables; l'acide en dissout plus à chaud qu'à la température ordinaire; par le refroidissement, il en laisse cristalliser une partie à l'état d'iodure rouge et pur, puis au bout de quelques instans la liqueur fournit d'autres cristaux en aiguilles, d'une couleur jaune; enfin ces cristaux et l'eau-mère elle-même sont décomposés par l'addition de l'eau; une nouvelle quantité d'iodure insoluble se sépare, mais la liqueur en retient encore abondamment quelle que soit la quantité d'eau ajoutée.

D'un autre côté, si on place dans un air sec et un peu raréfié de l'acide hydriodique liquide, dans lequel on a fait dissoudre à chaud du bi-iodure de mercure, on voit au bout de quelque temps la liqueur se transformer en longs prismes jaunes et transparens. Expose-t-on ces cristaux à l'air, ils se décomposent de suite en iodure de mercure et en acide hydriodique qui se dissout dans

l'eau hygrométrique que l'air contient ; sont-ils maintenus, au contraire, trop long-temps dans une atmosphère sèche, ils se transforment en iodure rouge qui conserve la forme des cristaux, et en acide hydriodique qui prend l'état gazeux. Ces cristaux sont donc évidemment composés d'acide hydriodique et d'iodure de mercure, et peuvent être considérés comme un hydriodate acide, ou plutôt un hydriodate d'iodure.

Voulant connaître la quantité de bi-iodure de mercure que l'acide hydriodique est capable d'absorber, j'ai dissous à chaud, dans une quantité indéterminée de cet acide, autant d'iodure de mercure qu'elle m'a paru susceptible d'en prendre. J'ai séparé par l'eau celui que l'addition de ce liquide pouvait précipiter ; je l'ai recueilli et pesé, puis j'ai saturé par la potasse l'acide hydriodique contenu dans la liqueur indécomposable par l'eau. La potasse a séparé d'abord un peu d'iodure de mercure qui n'a pas tardé à se redissoudre dans l'iodure de potassium formé. Enfin, j'ai évaporé, séché et pesé le double iodure de mercure et de potassium soluble qui s'était produit dans ce cas, et que nous retrouverons plus tard ; et connaissant la quantité d'iodure de mercure qu'il contenait, j'en ai conclu la proportion de l'acide hydriodique.

Voici les résultats de cette expérience :

Bi-iodure de mercure dissous à chaud.......	9,405 ;
Idem précipité par le refroidissement et l'eau.	4,565 ;
Idem retenu en dissolution................	4,840 ;
Iodure double de potassium et de mercure obtenu..................................	8,175 ;
D'où iodure de potassium..................	3,335.

Résultats qu'on peut représenter de cette manière, en partant de l'acide hydriodique calculé d'après l'iodure de potassium :

Acide hydriodique employé......	2,559 — 4 atomes.
Iodure de mercure dissous à chaud.	9,200 — 2
Idem précipité par l'eau.........	4,600 — 1

d'où il suit que l'acide hydriodique à chaud forme avec l'iodure de mercure un composé de 2 atomes acide hydriodique et 1 atome iodure rouge de mercure $2HI + HgI^4$ contenant :

21,75 acide hydriodique ;
78,25 iodure rouge de mercure.
100,00.

L'action de l'eau enlève à ce composé la moitié de sa base, et le transforme en une combinaison de 4 atomes d'acide pour 1 atome de base $4HI + HgI^4$ qui renferme,

35,76 acide hydriodique ;
64,24 iodure rouge de mercure.

Reste à déterminer quelle est la composition des cristaux jaunes que l'évaporation fait naître dans la liqueur. Ces cristaux sont décomposables par l'eau, qui en sépare une partie de l'iodure insoluble. Or, le sel a 2 atomes d'acide, n'existant qu'à chaud, et le sel a 4 atomes, étant soluble dans l'eau, il est probable que celui qui nous occupe est dû à une combinaison intermédiaire $3HI + HgI^4$, et que nous avons ainsi un bi-hydriodate, un sesqui-hydriodate et un hydriodate d'iodure rouge de mercure.

Des combinaisons de cette espèce pourront se multi-

plier sans doute, mais j'ai voulu me borner à constater leur existence.

M'étant spécialement occupé, dans le cours de ce travail, des combinaisons des iodures entr'eux, je me suis trouvé dans le cas de laisser en arrière l'étude des chlorures doubles. Je signalerai pourtant ici quelques faits qui tendent à montrer que les chlorures conservent leur analogie avec les iodures sous ces nouveaux rapports.

On sait depuis long-temps que l'acide hydro-chlorique et les chlorures alcalins dissolvent le chlorure d'argent; l'eau décompose ces dissolutions.

L'acide hydro-chlorique dissout à froid une grande quantité de bi-chlorure de mercure, et, chose remarquable, au bout de quelques instans, la dissolution cristallise en aiguilles et se prend en masse. Enfin le proto-chlorure de mercure, mis en contact à chaud avec l'acide hydro-chlorique ou les chlorures alcalins, se transforme complètement en mercure et en deuto-chlorure qui se dissout. Certes, dans ce dernier cas, il est difficile de méconnaître l'influence d'une tendance énergique à la combinaison.

A chaud, l'acide hydro-chlorique paraît être susceptible de dissoudre plus de sublimé corrosif qu'il ne le fait à froid. Dans tous les cas, l'eau décompose en partie les deux combinaisons.

De cette action diverse de l'acide hydro-chlorique sur le bi-chlorure de mercure suivant qu'on opère à chaud ou à froid, il doit résulter au moins deux ordres de sels que j'ai cherché à soumettre à l'analyse. D'abord, j'ai

dissous à froid dans l'acide hydro-chlorique autant de bi-chlorure de mercure que l'acide m'a paru susceptible d'en prendre. Les cristaux qui se sont bientôt formés ont été séchés sur la chaux jusqu'à ce que l'odeur de l'acide ne fût plus sensible. Dans cet état, je les ai dissous dans l'eau, et j'ai saturé l'acide hydro-chlorique par la potasse. Au moment où l'on approche du point de saturation, la liqueur se remplit d'une foule de cristaux soyeux de chlorure double de mercure et de potassium. Ce sel et l'eau mère qui l'avait produit, ont été desséchés dans le vide, et la chaleur, en séparant les deux chlorures, m'a permis d'en apprécier les proportions relatives. J'ai trouvé que la composition de ce chloro-hydrargyrate de chlorure de potassium était exprimée par la formule $Ka\ Ch^4 + 2Hg\ Ch^4$, ou, en d'autres termes, qu'il était formé de 2 atomes de chlorure de mercure pour 1 atome de chlorure de potassium, d'où il suit que l'hydro-chlorate de chlorure de mercure était lui-même formé de 2 atomes d'acide pour 1 atome de bi-chlorure. Sa formule est donc $2\ HCh + Hg\ CH^4$.

J'ai opéré de la même manière pour connaître la composition de l'hydro-chlorate de chlorure de mercure qui se forme à chaud, c'est-à-dire que j'ai dissous à chaud dans l'acide hydro-chlorique tout le bi-chlorure de mercure que cet acide a pu absorber à cette température, et qu'ensuite j'ai saturé l'acide par la potasse, et déterminé, à l'aide de la chaleur, la proportion de chaque chlorure. Dans cette opération, j'ai également obtenu un chloro-hydrargyrate de chlorure de potassium cristallisé en belles aiguilles soyeuses, et formé de 4 atomes de bi-chlorure de mercure pour 1 atome de chlo-

rure de potassium $Ka\,Ch^4 + 4\,Hg\,CH^4$ (1). Ce résultat indique que la composition de l'hydro-chlorate de chlorure de mercure obtenu à chaud est exprimée par la formule $H\,Ch + Hg\,Ch^4$, c'est-à-dire qu'il est formé d'un atome d'acide et d'un atome de base.

Passons à l'examen des composés qui se forment par la réaction des iodures les uns sur les autres, et des chlorures sur les iodures. Je tâcherai de classer dans le même groupe ceux qui résultent de l'union d'un même corps faisant fonction d'acide avec diverses bases.

Iodures doubles de mercure et de potassium.

L'action de l'iodure de potassium sur le bi-iodure de mercure présente, comme celle de l'acide hydriodique, trois points principaux. Si l'on dissout à chaud du bi-iodure de mercure dans une dissolution concentrée de cet iodure alcalin en maintenant un excès du corps insoluble, celui-ci se dissout abondamment, et la liqueur prend une teinte jaune rougeâtre; mais pour

---

(1) Ce sel, ainsi que plusieurs chlorures doubles, vient d'être indiqué par M. Bonsdorff dans une lettre adressée à M. Gay-Lussac, et publiée dans le Cahier de février des *Annales de Chimie et de Physique* qui n'a paru que depuis quelques jours. Je dois reconnaître que la priorité pour l'annonce de ces chlorures doubles, appartient à ce chimiste; mais je crois avoir droit de la réclamer pour les autres faits contenus dans ce Mémoire, ayant déjà indiqué la plupart des résultats de mon travail, et présenté plusieurs iodures doubles à l'Académie des Sciences, dans la séance du 11 décembre dernier. D'ailleurs, dès cette époque plusieurs journaux en ont fait mention, et M. Thenard a bien voulu en insérer un extrait dans la nouvelle édition de son *Traité de Chimie* publiée depuis deux mois.

peu qu'elle vienne à se refroidir, elle abandonne aussitôt une foule de cristaux d'apparence cubique, octaédrique, quelquefois prismatique, de bi-iodure de mercure, dont la couleur est d'un grand éclat.

Ainsi l'on voit que l'iodure de potassium ne retient pas à froid tout l'iodure de mercure qu'il dissout à chaud. Je m'étais assuré déjà que les chlorures alcalins produisaient un effet semblable, et j'avais cru qu'il était dû, dans ce cas, à du sel marin qui aurait pu altérer la pureté de l'iodure que j'employais. Mais avec un iodure préparé avec soin, j'ai obtenu le même résultat. Alors opérant sur des quantités connues et sur des liqueurs concentrées, j'ai vu qu'un atome d'iodure de potassium était susceptible de dissoudre à chaud 3 atomes d'iodure de mercure. En effet, 2g,904 d'iodure de potassium ont dissous 11,820 de bi-iodure de mercure. 12,000 auraient dû être dissous en calculant le résultat d'après la formule $KaI^4 + 3\,HgI^4$; mais au moment où l'opération allait se terminer, la liqueur était devenue tellement épaisse, qu'il m'a été impossible de lui faire dissoudre une plus grande quantité d'iodure de mercure, et même de la tenir plus long-temps en fusion. Au moindre refroidissement, une partie de l'iodure insoluble reparaissait; enfin la masse froide était fortement colorée en rouge.

Il se forme donc à chaud un sel à 3 atomes d'acide, qui ne peut subsister à froid. Ce sel est composé de

80,5	iodure de mercure;
19,5	*idem* de potassium.
100,0.	

L'alcool retarde la précipitation de l'iodure insoluble. En effet, si l'on verse dans de l'alcool chaud une liqueur qui contienne plus de 2 atomes de bi-iodure de mercure, elle peut être refroidie sans qu'on aperçoive aucun dépôt de deuto-iodure; mais au bout de quelque temps, et après l'évaporation spontanée d'une partie de l'alcool, de l'iodure rouge reparaît en belles lames cristallines.

Si l'on opère avec des liqueurs moins concentrées que celles que j'ai employées pour faire l'analyse précédente, après qu'une partie du bi-iodure de mercure dissous à chaud s'en est séparé, l'eau mère, qui retient adondamment de l'iodure insoluble, laisse apparaître de longs prismes jaunes, assez semblables à ceux du soufre au moment de sa cristallisation, et susceptibles, après leur desséchement, de prendre une teinte légèrement verdâtre. Ce corps est un double iodure de mercure et de potassium. On peut aussi l'obtenir en cristaux mieux caractérisés, dont la forme paraît être octaédrique ou dérivée de l'octaèdre. Ce sel est décomposable par l'eau en ses deux élémens, mais incomplètement, ainsi que nous allons le voir.

Il est inaltérable à l'air sec; la chaleur en dégage d'abord un peu d'eau, dont la quantité, quoique très-faible, paraît être capable de transformer les deux iodures en hydriodates; puis le sel se résout en un liquide rouge; enfin l'iodure de mercure s'en dégage.

Les acides en précipitent l'iodure rouge. Cet effet est surtout facile à observer, en versant un peu d'acide nitrique sur les cristaux. Mis en excès, ces agens déterminent des réactions subséquentes dues à leur nature.

L'alcool et l'éther le dissolvent sans altération ; il cristallise par l'évaporation spontanée de ces véhicules.

A l'aide de la chaleur, le fer, le cuivre en séparent le mercure ; ce qui offre un procédé facile pour en faire l'analyse. Il consiste à traiter à chaud une certaine quantité de sel par le fer en limaille, et à recueillir le mercure coulant, dont le poids donne celui de l'iodure de mercure contenu dans le sel.

D'une autre part, on convertit à chaud, par le chlore, l'iodure de potassium en chlorure, dont on note le poids. L'iode et le mercure se dégagent à l'état de chlorure d'iode et de bi-chlorure de mercure. Analysé de cette manière, ce sel m'a fourni les données suivantes :

	Nomb. obtenus.	Nomb. calculés.
Iodure de mercure....	70,3	73,4.
Idem de potassium...	29,7	26,6.
	100,0	100,0.

Ce résultat a été calculé d'après la formule $KaI^4 + 2\,HgI^4$, qui est celle du sel anhydre qu'on pourrait nommer *bi-iodo-hydrargyrate d'iodure de potassium*.

L'eau paraît exister dans ce sel en proportion convenable pour transformer les deux iodures en hydriodates. Dans ce cas, 100 parties du sel humide devraient contenir 4,19 d'eau. J'en ai trouvé 4,5. Sa formule serait alors de $KaI^4 + 2\,HgI^4 + 6\,Aq.$, et sa composition en poids :

70,30	bi-iodure de mercure ;
25,51	iodure de potassium.
4,19	eau.
100,00.	

D'après l'analyse que j'ai présentée plus haut, on voit que ce sel retient un petit excès d'iodure alcalin : c'est en général le défaut de presque tous ceux que j'ai obtenus jusqu'ici. Quant au double iodure dont nous nous occupons, puisqu'il paraît suffisamment démontré qu'il est composé de 2 atomes d'acide et d'un atome de base, on voit que par le refroidissement le sel à 3 atomes d'acide en laisse précipiter un atome, et se convertit en un sel à 2 atomes susceptible de cristalliser.

Enfin ce sel à 2 atomes est en partie seulement décomposable par l'eau qui en sépare une nouvelle quantité d'iodure insoluble. L'analyse indique que, dans le cas où l'on opère sur le sel à 2 atomes d'acide, un atome seulement de bi-iodure de mercure est précipité par l'eau, tandis que la liqueur retient une combinaison d'atome à atome des deux iodures, ou bien, si l'on veut, un iodo-hydrargyrate d'iodure de potassium. En effet, 1g,000 du sel supposé sec a abandonné par l'eau 0,375 d'iodure de mercure. D'après l'analyse précédente, il n'aurait dû en laisser précipiter que 0,3515. La liqueur évaporée paraît peu propre à donner des cristaux, mais bien une masse jaunâtre, composée d'un atome d'acide pour un atome de base, dont la composition est exprimée par la formule $KaI^4 + HgI^4$. En poids,

57,95 de bi-iodure de mercure ;
42,05 iodure de potassium.

Ce sel est soluble dans l'eau ; toutefois, au moment où l'on verse ce liquide, il apparaît une petite quantité

d'iodure rouge, que l'agitation fait bientôt redissoudre et que l'eau ne sépare plus. A cet effet peut-être est dû qu'en précipitant par l'eau le sel à 2 atomes d'acide, la quantité d'iodure de mercure séparé dépassait de 0,034 celle que j'aurais dû obtenir. Au reste, cette différence me paraît être trop faible pour empêcher d'admettre les rapports établis plus haut.

Iodures doubles de mercure et de sodium.

L'iodure de sodium, NaI^4, agit sur les iodures négatifs d'une manière analogue à l'iodure de potassium. Comme lui, à chaud, il dissout 3 atomes de bi-iodure de mercure, dont il laisse précipiter et cristalliser une partie, probablement un atome, par le refroidissement, et donne une eau mère dont je n'ai pu obtenir des cristaux, soit que j'aie employé l'eau ou l'alcool pour la dissolution du sel; mais, dans tous les cas, l'addition de l'eau en sépare une nouvelle quantité de l'iodure insoluble sans le précipiter en entier. Ces faits établissent toutefois assez clairement, ce me semble, l'existence de trois sels semblables à ceux qui sont fournis par les iodures de mercure et de potassium; le premier ou tri-iodo-hydrargyrate d'iodure de sodium, qui n'existe qu'à chaud, et qui contient 3 atomes d'acide pour 1 de base, $NaI^4 + 3\,HgI^4$. En effet, opérant sur

1,853 d'iodure de sodium,
j'y ai dissous........... 8,632 d'iodure de mercure,
nombre qui diffère peu de 8,484,

que j'aurais dû obtenir d'après la formule précédente; l'expérience me donne un petit excès d'iodure de mer-

cure, mais au moment où elle se termine, les liqueurs sont si concentrées et si colorées, que je ne puis répondre que la dernière portion d'iodure insoluble ajoutée ait été complètement dissoute.

Le second, formé de 2 atomes d'acide et de 1 atome de base $NaI^4 + 2\,HgI^4$ ou bi-iodo-hydrargyrate d'iodure de sodium paraît être très-peu stable. Sa dissolution évaporée à siccité, donne une masse jaune dont la moindre circonstance, le frottement ou le refroidissement sépare l'iodure rouge. Ce sel est si peu stable, que si on évapore dans une capsule de porcelaine ses dissolutions presqu'à siccité, le résidu jaune qu'on y trouve est subitement décomposé par le contact d'une baguette de verre; si l'on trace des caractères avec cette baguette sur le fond de la capsule, les sillons prennent tout-à-coup la teinte rouge qui résulte de la précipitation de l'iodure de mercure; cette décomposition se propage ensuite et atteint toute la masse.

Le troisième, composé de 1 atome de chacun d'eux, ou iodo-hydrargyrate d'iodure de sodium, $NaI^4 + HgI^4$, pourrait être obtenu cristallisé. Il est soluble dans l'eau; par évaporation, il se réduit en une masse jaune qui se décompose en ses deux élémens quand elle commence à se dessécher, soit à chaud, soit dans l'air sec. L'addition de l'eau suffit pour rétablir la combinaison. Il est très-difficile d'obtenir ce sel en cristaux; toutefois, par une évaporation très-lente, il avait abandonné de longues aiguilles qui se sont promptement redissoutes dans l'eau hygrométrique de l'air, et que je n'ai pu reproduire.

Iodures doubles de mercure et de barium ou de strontium.

Les iodures de barium et de strontium, dans leur action sur le deuto-iodure de mercure, présentent les mêmes phénomènes que les iodures positifs déjà mentionnés. Comme eux, ils dissolvent à chaud plus de bi-iodure de mercure qu'ils n'en retiennent à froid, et probablement 3 atomes. De là des sels acides, des tri-iodo-hydrargyrates d'iodure de barium ou de strontium, qui n'existent qu'à chaud, et dont les formules doivent être:

$$BaI^4 + 3\,HgI^4,$$
$$SrI^4 + 3\,HgI^4.$$

Par le refroidissement, une partie de l'iodure rouge se dépose, et il se forme des sels qui doivent être à 2 atomes d'acide, c'est-à-dire des bi-iodo-hydrargyrates d'iodure de barium ou de strontium. Ils sont cristallisables et plus stables que les sels correspondans à base d'iodure de sodium. Toutefois, ils laissent apparaître de l'iodure rouge, quand on les dessèche à l'aide de la chaleur; leur formule est :

$$BaI^4 + 2\,HgI^4,$$
$$SrI^4 + 2\,HgI^4.$$

Les sels à 2 atomes d'acide sont incomplètement précipités par l'eau. La liqueur qui en résulte donne des cristaux également jaunâtres solubles dans l'eau, et qui sont sans doute des iodo-hydrargyrates d'iodure de barium ou de strontium, ayant pour formule :

$$Ba\,1^4 + HgI^4,$$
$$Sr\,1^4 + HgI^4$$

Iodures doubles de mercure et de calcium.

L'iodure de calcium, comme les précédens, dissout l'iodure rouge de mercure en plus grande quantité à chaud qu'à froid, il en laisse précipiter une partie en donnant naissance à un sel cristallisable dont la composition doit être $CaI^4 + 2\ HgI^4$. Ce sel est incomplètement précipité par l'eau, et la liqueur séparée de l'excès d'iodure insoluble, donne, par évaporation, une masse jaune probablement formée de $CaI^4 + HgI^4$.

Iodures doubles de mercure et de magnésium.

L'iodure de magnésium dissout aussi l'iodure rouge de mercure plus abondamment à chaud qu'à froid et présente les trois états exprimés par les formules

$$MI\iota^4 + 3\ HgI^4,$$
$$MaI^4 + 2\ HgI^4,$$
$$MaI^4 + \ HgI^4.$$

Le sel présumé à 2 atomes d'acide, est susceptible de cristalliser en aiguilles, d'un jaune verdâtre. Il est décomposable en partie seulement par l'eau.

Iodures doubles de mercure et de zinc.

L'iodure de zinc à froid dissout abondamment le biiodure de mercure; il le dissout plus abondamment à chaud : une partie se dépose par le refroidissement, l'autre reste combinée; l'eau l'en sépare incomplètement. Cette combinaison est très-peu stable; elle est aisément détruite par l'évaporation soit à chaud, soit dans le vide. Le sel soluble n'est pas plus stable que l'autre.

A chaud, 1 atome d'iodure de zinc paraît dissoudre 2 atomes d'iodure de mercure. En effet,

3g,000 d'iodure de zinc ont dissous à chaud
8 ,000 de bi-iodure de mercure; il faudrait
8 ,600 pour 2 atomes d'iodure insoluble.

La dissolution de l'iodure de zinc étant toujours acide, le résultat peut-être très-modifié par cette circonstance.

Hydriodate d'ammoniaque et bi-iodure de mercure.

L'hydriodate d'ammoniaque dissout le bi-iodure de mercure à froid, plus abondamment à chaud; et comme les iodures alcalins donne lieu à trois ordres de sels,

1°. Le premier ne peut exister qu'à chaud, et paraît être formé de 3 atomes d'acide et de 2 atomes de base.

En effet, 2.000 gr. d'hydriodate d'ammoniaque ont dissous 9.486 *id.* de bi-iodure de mercure. Ce nombre diffère très-peu de 9.494 que j'aurais dû obtenir en calculant le résultat d'après la formule

$$2(4\,\text{amm.} + 2\,HI) + 3\,HgI^4.$$

Si l'on admet que le sel contienne la quantité d'eau convenable pour transformer l'iodure de mercure en hydriodate, sa formule sera :

$$2(4\,\text{Amm.} + 2\,HI) + 3\,HgI^4. + 6\,Aq,$$

et sa composition 79.96 bi-iodure de mercure,
16.86 hydriodate d'ammoniaque,
3.18 eau.

100.0.

2°. Après le dépôt d'une partie de l'iodure de mercure dissous à chaud, la liqueur abandonne une foule d'aiguilles jaunes qui présentent tout à-fait l'aspect et le mode de cristallisation du bi-iodure de mercure et de potassium. Il est difficile en effet à l'aspect seul de distinguer ces deux sels ; mais si l'on vient à chauffer le sel ammoniacal, il se fond à une très-basse température en une liqueur jaune, il entre en ébullition, abandonne un peu d'eau, environ 0,030, s'épaissit, prend une teinte rouge foncée, et par le refroidissement donne des cristaux alors anhydres qui prennent, au bout de quelque temps, une teinte rougeâtre d'iodure de mercure. L'addition de l'eau paraît en séparer une partie de l'iodure acide qui y est resté combiné. Elève-t-on davantage la température, une partie du sel se sublime, un autre se sépare en iode, iodure de mercure, etc.

Ce sel est inaltérable à l'air, et l'eau ne le décompose qu'en partie.

Analysé, au moyen du fer comme le sel à base de potassium, il a fourni les données suivantes :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Bi-iodure de mercure....	71,9	73,74
Hydriodate d'ammoniaque.	24,3	23,33
Eau..................	3,8	2,93.
	100,0	100,00.

Ce résultat a été calculé d'après la formule suivante :

$$(4\,\text{Amm.} + 2\,HI) + HgI^4 + 2\,Aq.$$

Desséché dans le vide, ce sel avait pris une teinte orangée que le contact de l'air lui a fait perdre sur-

le-champ. Dans cet état, un gramme a perdu 0,038 d'eau, mais il n'en faut que.............. 0,0285 pour convertir l'iodure de mercure en hydriodate, et la différence de....................... 0,009 peut provenir de ce que le sel n'aurait pas été tenu assez long-temps dans le vide, ou de ce qu'en chassant l'eau, on aurait volatilisé un peu d'iode ou d'iodure de mercure. Toutefois cette approximation paraît suffisamment indiquer que l'eau existe dans ce sel en quantité convenable pour convertir l'iodure de mercure en hydriodate, et que d'ailleurs le sel ne contient pas d'eau de cristallisation.

3°. L'eau précipite du sel précédent la moitié de l'iodure acide qu'il contient. En effet.......... 1,000 gr. de sel traité par l'eau a abandonné......... 0,400 de bi-iodure de mercure : ce nombre diffère peu de.................................. 0,360 que j'aurais dû obtenir d'après la précédente analyse.

On voit que l'eau a précipité un petit excès de bi-iodure de mercure; mais ce sel est probablement dans le même cas que le double iodure de mercure et de potassium soluble, et la remarque que nous avons faite pour l'un doit s'appliquer à l'autre. Du reste, la différence entre les résultats n'est pas assez grande, et tout autre rapport atomistique est trop éloigné pour qu'on n'admette pas que la composition du sel soluble est un atome d'acide et deux de base, et sa formule

$$2\,(4\,\text{Amm.} + 2\,HI) + Hg\,I^4 + 2\,Aq.$$

En poids, 59,8 bi-iodure de mercure,
37,8 hydriodate d'ammoniaque,
2,4 eau.
100,0.

La liqueur qui n'est plus altérable par l'eau donne par la cristallisation des aiguilles jaunes semblables aux précédentes, et comme elles, décomposables par l'eau, si elles sont isolées de l'eau mère dans laquelle elles ont pris naissance, solubles dans le cas contraire. Le sel à 2 atomes de base et 1 atome d'acide se décomposerait donc par la cristallisation en un sel à 1 atome d'acide comme de base ; l'eau mère retiendrait alors l'excès de base.

Nous allons retrouver une combinaison du même genre entre deux iodures insolubles, le proto et le deuto-iodure de mercure. Mais d'abord je vais rétablir quelques faits relatifs au proto-iodure lui-même.

M. Colin, dans un Mémoire sur quelques combinaisons de l'iode, dit qu'en faisant réagir les hydriodates alcalins sur les sels mercuriels, on obtient constamment un précipité rouge avec les sels au *maximum*, et constamment un précipité jaune avec les sels au *minimum*.

Cependant, si l'on verse de l'iodure de potassium dans un proto-nitrate de mercure contenant très-peu d'excès d'acide, on obtient un précipité vert abondant ; et de même, si l'on fait réagir à chaud l'iodure de potassium dissous sur le proto-chlorure de mercure mis en excès, on obtient un précipité également très-vert.

Mais si le proto-nitrate employé est très-acide, l'excès d'acide, au moment de la précipitation, met à nu de l'iode avec dégagement d'acide nitreux, et donne naissance à du bi-iodure rouge qui se trouve alors mêlé au proto-iodure, et qui donne sa teinte au précipité. Si l'on ajoute un excès d'iodure de potassium, il dissout le bi-

iodure formé, et le précipité passe du rouge à diverses nuances du jaune, et enfin au vert.

Avec un proto-nitrate contenant un moindre excès d'acide, l'iodure qu'on obtient est jaune, surtout si en agitant on excite la réaction de l'acide nitrique. Au moment de la précipitation, l'iodure est d'abord vert, avec des nuances de rouge sur les bords du vase; et si on décante avant d'agiter, on peut l'obtenir dans cet état; mais si l'on agite tandis que le précipité se forme, la teinte jaune se manifeste immédiatement.

Quand on emploie des sels mercuriels au *maximum*, ils donnent de l'iodure rouge complètement soluble dans un excès d'iodure de potassium, ainsi que l'a indiqué M. Colin; il se forme alors un double iodure cristallisable, comme nous l'avons déjà vu.

Mais, pour peu que le deuto-nitrate de mercure contienne du proto-nitrate, la teinte du précipité est plus jaunâtre, et par un excès d'iodure alcalin, on voit le bi-iodure de mercure se dissoudre le premier, et le précipité prendre de plus en plus la teinte jaune, et même la teinte verte. Par une nouvelle addition d'iodure alcalin à froid, le précipité vert paraît lui-même se dissoudre, mais alors il y a réduction d'une partie du mercure, et le proto-iodure a été ramené à l'état de bi-iodure.

C'est ainsi que l'iodure vert, précipité du proto-nitrate par un excès d'iodure alcalin, est ramené à l'état métallique et à celui de bi-iodure qui se dissout.

Le proto-chlorure de mercure traité à chaud par la dissolution d'iodure de potassium donne également de

l'iodure vert sur lequel un excès du corps précipitant produit les phénomènes que je viens de rapporter.

En effet, dans ces deux cas, la liqueur contient le double iodudre indiqué plus haut. Je me suis assuré que l'iodure de sodium, ceux de calcium, de barium, de strontium, de magnésium, de zinc et l'hydriodate d'ammoniaque peuvent aussi ramener à chaud le proto-iodure de mercure à l'état de mercure et de deuto-iodure.

L'acide hydriodique exerce aussi la même action sur le proto-iodure de mercure, et le ramène à l'état de mercure métallique, en formant du bi-iodure pour lequel cet acide a beaucoup d'affinité.

On peut rapprocher ces faits de réduction du proto-iodure de mercure en mercure métallique et en bi-iodure, de celui qui est rapporté par M. Clément relativement à la réduction du protoxide de cuivre en métal et deutoxide par l'acide sulfurique. L'action de l'iodure de potassium sur le proto-iodure de mercure est inverse de celle-ci; c'est au contraire un acide qui se forme sous l'influence d'une base. Quant à l'action de l'acide hydriodique sur ce corps, elle est du même genre que celle de l'acide sulfurique sur le protoxide de cuivre. Toutefois il eût été naturel de croire que le proto-iodure aurait joué le rôle de base préférablement au bi-iodure; mais l'analogie est complète en ce sens entre les oxides de cuivre et les iodures de mercure; car on voit le deutoxide de cuivre jouer le rôle de base par rapport à l'acide sulfurique préférablement au protoxide, et jouer, d'une autre part, le rôle d'acide par rapport à l'ammoniaque.

L'iodure jaune, sur lequel on fait agir l'iodure de potassium, passe d'abord au vert, et ensuite il est également réduit en mercure métallique et en deuto-iodure.

Le sel marin, l'hydro-chlorate d'ammoniaque, ainsi que je le ferai voir tout-à-l'heure, dissolvent abondamment l'iodure rouge à chaud : c'est par l'effet de cette tendance que ces sels ramènent également à chaud l'iodure vert et l'iodure jaune à l'état de bi-iodure, en réduisant une portion de mercure. L'action est plus lente cependant lorsqu'on agit sur l'iodure jaune.

L'acide hydro-chlorique, qui dissout à chaud l'iodure rouge de mercure, ramène aussi le proto-iodure à l'état de mercure, en formant du bi-iodure. La réaction est lente ; pour la produire, il faut renouveler plusieurs fois l'acide, surtout si l'on opère sur le précipité jaune. De plus, lorsqu'on traite à chaud par le sel marin du bi-iodure de mercure, préparé avec une liqueur qui contenait du proto-nitrate, et mêlé par là à du proto-iodure, l'iodure rouge se dissout d'abord, et met à nu un corps jaune, susceptible d'être réduit, par une ébullition prolongée avec un excès de sel, en mercure et en deuto-iodure, mais cependant facile à isoler avant sa réduction de tout l'excès du bi-iodure que l'on emporte complètement par quelques lavages avec de l'eau légèrement salée.

Ce précipité jaune me paraissant, d'après ces caractères, être un iodure particulier, j'en ai fait l'analyse.

Pour cela, après l'avoir desséché dans le vide, je l'ai traité à chaud par le fer en limaille ; j'ai recueilli le

mercure métallique, et de son poids j'ai déduit celui de l'iode.

Voici la composition de ce corps :

	Nombres obtenus.	Nombres calculés.
Précipité jaune,	0,950	0,950 ;
Mercure,	0,490	0,493 ;
D'où iode,	0,460	0,457.

Il suit de là que ce corps est formé en poids de

48,1 iode ;
51,9 mercure;
100,0 ;

en calculant le résultat d'après la formule HgI^3,

ou de 58,0 bi-iodure de mercure ;
42,0 proto-iodure ;
300,0 ;

en le calculant d'après la formule $HgI^4 + HgI^2$.

L'alcool peut servir à isoler l'iodure jaune, puisqu'il dissout l'iodure rouge, et ne paraît pas agir sur le premier : n'est-ce pas un motif de regarder l'iodure jaune comme une combinaison particulière, et non comme un mélange des iodures vert et rouge ; puisque l'alcool ne lui communique pas la teinte verte en dissolvant l'iodure rouge; ce qu'il devrait faire dans l'hypothèse où ce corps ne serait qu'un mélange des deux iodures de mercure.

Enfin, les hydriodates iodurés préparés dans des proportions déterminées par l'analyse précédente, offrent

un procédé direct pour obtenir l'iodure jaune de mercure. En effet, si l'on dissout dans de l'iodure de potassium une quantité d'iode égale à la moitié de celle qu'il contient déjà, ou 2 atomes pour 1 d'iodure, on à une proportion telle que la qantité totale d'iode peut donner naissance au sesqui iodure de mercure ; si l'on se sert de cette liqueur pour précipiter le proto-nitrate de ce métal, on obtient de suite l'iodure jaune et les liqueurs sont décolorées ; au moment de la précipitation, il apparaît du bi-iodure de mercure ; mais en agitant le vase dans lequel on opère, la teinte rouge disparaît aussitôt, et le précipité jaune se manifeste. Ce fait n'offre-t-il pas une nouvelle preuve que l'iodure jaune de mercure est une combinaison des deux iodures de ce métal. Si l'iodure ioduré est versé en excès sur le proto-nitrate, on obtient de l'iodure rouge, mais il est facile de l'enlever au moyen de l'alcool.

De ces faits je crois pouvoir conclure que l'iodure vert est réellement le proto-iodure de mercure, HgI^2 correspondant au protoxide, tandis que le précipité jaune est une combinaison des iodures vert et rouge, un véritable iodure double qu'on pourrait nommer iodo-hydrargyrate de proto-iodure de mercure, formé d'un atome de chacun d'eux, et ayant pour formule

$$HgI^2 + HgI^4.$$

Cette combinaison, qui jusqu'ici avait été regardée comme le proto-iodure de mercure, et qui même n'avait été obtenue que dans un état très-variable, suivant la proportion relative des deux nitrates contenus dans les liqueurs employées à sa préparation ou au degré d'acidité du proto-nitrate, est donc analogue au minium,

au deutoxide de fer, et à beaucoup d'autres composés semblables.

On voit de plus la nécessité de chercher un procédé qui permette d'obtenir le proto-iodure toujours identique dans sa composition ; avec le proto-nitrate de mercure, il est difficile de l'avoir pur, la dissolution de ce sel étant toujours acide ou mêlée de deuto-nitrate.

On ne peut non plus adopter pour la préparation du proto-iodure de mercure le proto-chlorure de ce métal. Devant être mis en excès, ce chlorure ne pourrait être exactement séparé du précipité.

Le proto-acétate de mercure, facile à obtenir pur, et dont on peut enlever l'excès par quelques lavages à l'eau bouillante, m'a paru susceptible d'offrir un procédé plus exact. Au moyen de ce sel, on obtient un proto-iodure d'un vert très-foncé. Pour le préparer, on commence par précipiter le proto-acétate de mercure, du proto-nitrate de ce métal à l'aide d'un acétate alcalin, on a soin de le laver plusieurs fois par décantation pour enlever le nitrate soluble et le deuto-acétate de mercure qui pourrait s'être formé et qui est déliquescent; on décompose ensuite le proto-acétate par une quantité convenable d'iodure de potassium, dont il faut éviter toutefois d'employer un excès, de peur de mettre à nu du mercure. On lave plusieurs fois à l'eau chaude le précipité, on le sèche et on le conserve à l'ombre, précaution qui est nécessaire; car le proto-iodure de mercure et l'iodure jaune paraissent susceptibles de s'altérer à la lumière et de devenir noirs.

Combinaisons de l'iodure rouge de mercure avec les chlorures.

Les chlorures positifs paraissent être susceptibles, comme les iodures alcalins, de se combiner avec les iodures négatifs; mais ces combinaisons sont encore moins stables, du moins en agissant sur l'iodure de mercure; ces chlorures ramènent à chaud, le proto-iodure de mercure à l'état métallique et de bi-iodure qu'ils dissolvent en assez grande quantité; mais ils le laissent complètement précipiter par refroidissement en cristaux jaunes d'abord, qui prennent bientôt la teinte rouge du bi-iodure de mercure. La liqueur qui surnage le précipité retient des traces d'iodure de mercure, que l'eau peut séparer; alors elle ne fait plus que se colorer en brun par les hydro-sulfates. Cette liqueur évaporée laisse cristalliser le chlorure alcalin pur; les bords du vase présentent seulement une légère teinte rouge.

Un atome d'iodure de mercure paraît exiger 5 atomes de chlorure de potassium pour se dissoudre; et en effet, ayant pris 2,000g de chlorure de potassium, j'y ai dissous 1,166 d'iodure de mercure. J'aurais dû y dissoudre 1,213 d'iodure de mercure, nombre qui surpasse celui que j'ai trouvé de 0,047.

Si on partait de 6 atomes, je n'aurais dû y dissoudre que 1,010 d'iodure rouge. Ce nombre est inférieur à celui que j'ai obtenu que de 0,156.

On voit que, dans la première hypothèse, l'erreur est beaucoup moindre que dans la seconde; d'ailleurs, à la fin de l'opération, lorsque la liqueur devenait très-

concentrée, il était impossible d'éviter qu'une petite quantité du chlorure alcalin ne cristallisât sur les bords du vase; ce qui a pu affaiblir son action sur l'iodure insoluble.

Je crois donc qu'on doit s'arrêter au premier rapport de 5 atomes de chlorure alcalin pour 1 atome d'iodure de mercure dans cette combinaison, qui semble ne pouvoir exister qu'à chaud. Sa formule est donc

$$5\,KaI^4 + HgI^4,$$

et sa composition,

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure de mercure,	36,83	37,81;
Chlorure de potassium,	63,17	62,19.
	100,0	100,00.

Si l'on verse dans de l'eau la dissolution chaude et concentrée d'iodure de mercure dans un chlorure alcalin, elle prend un aspect laiteux, jaune; mais sa transparence renaît à mesure que l'iodure de mercure se précipite.

L'hydro-chlorate d'ammoniaque produit le même effet que les chlorures alcalins sur les proto et deuto-iodures de mercure. Il dissout abondamment à chaud l'iodure jaune de plomb, et la liqueur, par refroidissement, abandonne une foule d'aiguilles d'un blanc très-légèrement jaune, qui ne paraissent pas être de l'iodure de plomb pur, mais bien une combinaison des deux corps employés.

L'acide hydro-chlorique produit aussi des effets semblables sur les iodures de mercure. M. Colin avait déjà observé qu'il dissolvait à chaud le bi-iodure; il avait

aussi fait connaître la solubilité du bi-iodure de mercure dans le bi-chlorure de ce métal.

J'ai vu que si l'on dissout à chaud du bi-iodure de mercure dans le bi-chlorure, il se forme un précipité jaune abondant qui contient les deux corps employés ; la liqueur en retient cependant encore, et si on la laisse refroidir, elle abandonne des cristaux légèrement jaunes, qui bientôt se décomposent et prennent la teinte rouge du bi-iodure de mercure; le précipité éprouve la même altération; si les liqueurs sont concentrées, et qu'on y dissolve tout l'iodure rouge qu'elles peuvent prendre, on n'obtient que le précipité jaune, et, dans ce cas, il a disparu un atome de bi-iodure pour un atome de bi-chlorure.

Voici, en effet la composition de ce chloro-hydrargyrate d'iodure de mercure :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Bi-chlorure de mercure,	35,85	37,63 ;
Bi-iodure,	64,15	62,37 ;
	100,00	100,00.

Iodures doubles de plomb et de potassium.

L'iodure de plomb va nous présenter la plupart des phénomènes que l'iodure rouge de mercure nous a offerts.

L'iodure jaune de plomb, PbI^4, précipité du proto-nitrate de plomb par l'iodure de potassium est un peu soluble dans l'eau à chaud. Par refroidissement, il cristallise en belles et larges paillettes très-régulièrement

hexagonales, d'un jaune d'or. Je crois ce corps susceptible de recevoir quelque application en peinture; il est très-soluble dans l'iodure de potassium, qui toutefois ne paraît pas susceptible d'en dissoudre plus de 2 atomes. Son affinité pour cette base est telle, qu'il suffit d'agiter de l'iodure de plomb avec une solution tant soit peu concentrée de l'iodure alcalin, pour que la couleur jaune du précipité disparaisse et que la liqueur se prenne en une masse d'aiguilles blanches et soyeuses.

En versant à froid dans une solution de nitrate de plomb celle d'iodure de potassium un peu concentrée, la couleur jaune de l'iodure de plomb apparaît un moment, mais elle s'efface bientôt pour faire place à la couleur blanche du double iodure qui fait prendre la liqueur en masse.

Si l'on chauffe cette masse qui retient beaucoup d'eau, elle se décompose en partie lorsqu'elle atteint 50 à 60°; il s'y forme un précipité jaune orangé d'iodure de plomb qui conserve quelque temps la forme des cristaux. Laisse-t-on la liqueur se refroidir dans cet état, la couleur jaune disparaît bientôt, et la matière reprend l'aspect qu'elle avait d'abord; mais si l'on décante l'eau mère qui surnage le précipité, elle ne tarde pas à donner naissance à une foule de cristaux soyeux et le précipité reprend presque entièrement lui-même la teinte blanche; effet dû à la réaction de l'iodure de potassium dont il reste imprégné.

Toutefois le sel qui se produit dans ce cas, comme toutes les fois qu'une liqueur tant soit peu concentrée d'iodure de potassium, se trouve en contact à chaud ou à froid avec un excès d'iodure de plomb, est

composé de 2 atomes d'acide et de 1 atome de base

$$KaI^4 + 2\,PbI^4,$$

ainsi que le prouve l'analyse suivante.

Ce sel, séché sur des papiers, puis sur la chaux, a été traité par l'acide sulfurique bouillant légèrement étendu. D'abord l'iodure de potassium a été attaqué et l'iodure de plomb s'est précipité en conservant la forme des cristaux, puis à mesure que l'acide s'est concentré, l'iodure de plomb lui-même a été détruit et converti en sulfate; le sulfate de plomb, recueilli sur un filtre et lavé, a été calciné avec lui, puis traité par l'acide nitrique et calciné de nouveau. Le poids des cendres du filtre a été déduit de celui du sulfate.

D'une autre part, la liqueur qui contenait le sulfate de potasse a été saturée par le carbonate d'ammoniaque, évaporée et portée au rouge sous une atmosphère de ce carbonate, afin d'emporter l'excès d'acide que le sulfate aurait pu retenir.

Voici la composition du sel donnée par ce mode d'analyse :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure de plomb,	69,75	73,58;
Iodure de potassium,	30,25	26,42.
	100,00	100,00.

Ce résultat a été calculé d'après la formule

$$KaI^4 + 2\,PbI^4,$$

qui est celle du double iodure anhydre.

Si l'on suppose que, dans ce sel, les deux iodures soient à l'état d'hydriodates, il faudrait 4,16 d'eau pour 100 parties du sel humide; je n'en ai trouvé que 3,00.

Ce sel est en cristaux soyeux et légèrement jaunes ; il est inaltérable à l'air. L'eau en précipite complètement l'iodure insoluble, si elle est en proportion convenable, la liqueur ne retient plus alors que des traces de plomb. Analysé de cette manière, ce sel m'a donné des résultats qui s'accordent avec ceux que j'ai obtenus par l'acide sulfurique.

L'alcool à froid n'a pas d'action sur lui ; à chaud au contraire, il agit comme le fait l'eau sur le double iodure auquel elle a donné naissance à froid ; il le détruit en partie, en sépare de l'iodure de plomb, et par le refroidissement, l'alcool décanté abandonne des flocons soyeux qui sont évidemment formés de $KaI^4 + 2\,PbI^4$, puisque, replacés dans les mêmes circonstances, ils reproduisent les mêmes phénomènes. L'alcool tend donc plutôt à détruire cette combinaison qu'à la former.

De ces faits il paraît résulter, 1° que l'eau réagit à chaud sur le sel dont elle a favorisé la formation à froid, de telle sorte qu'elle précipite un atome d'iodure insoluble, et dissout un sel formé d'un atome de base et d'un atome d'acide, sel qui par la cristallisation se convertit de nouveau en un sel à deux atomes d'acide et un atome de base, et la liqueur doit retenir l'excès d'iodure alcalin ; 2° que l'action de l'alcool paraît être la même que celle de l'eau.

La chaleur donne à ce sel une teinte orangée ; elle en dégage un peu d'eau ; enfin le double iodure se résout en une liqueur rouge qui par refroidissement reprend la couleur jaune.

Iodo-plombate d'iodure de potassium bi-basique.

Lorsqu'au lieu d'opérer, comme je l'ai fait d'abord avec une dissolution étendue et un excès d'iodure insoluble, on l'emploie concentrée en maintenant un excès d'iodure de potassium, on peut obtenir trois ordres de cristaux. Les premiers qui se forment sont également soyeux et légèrement jaunes. Ils sont basiques, et paraissent être formés d'un atome d'acide et de deux atomes de base. Toutefois ils contiennent un assez grand excès d'iodure alcalin; ce qui pourrait indiquer qu'ils ne sont qu'un mélange de deux sels différens. Cependant les diverses analyses que j'en ai faites, et qui ont été obtenues avec des cristaux provenant de cristallisations différentes, m'ont donné des résultats très-analogues, ainsi qu'on en peut juger par les deux que je présente.

	1re Analyse.	2e Analyse.	Nomb. calculés.
Iodure de plomb,	34,0	36,0	41,0;
Iodure de potassium,	66,0	64,0	59,0.
	300,0	300,0	100,0.

Ce résultat a été calculé d'après la formule

$$2\,KaI^4 + PbI^4.$$

L'eau mère du sel basique donne, au bout de quelques jours, naissance à de nouveaux cristaux en prismes plus prononcés. Ces cristaux, de même que ceux que j'ai obtenus en maintenant un excès d'iodure de plomb, en présence de l'iodure de potassium, sont composés de deux atomes d'acide et d'un atome de base. Voici en effet le résultat de leur analyse :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure de plomb,	69,5	73,58;
Iodnre de potassium,	30,5	26,42.

Des eaux mères de ce nouveau sel, l'alcool précipite des cristaux soyeux et d'un blanc qui tire toujours sur le jaune. J'ai trouvé à ce sel la même composition qu'au précédent, $KaI^4 + 2\,PbI^4$. L'alcool paraît précipiter avec lui un peu d'iodure de potassium en excès. Il est assez remarquable que cet excès de base soit toujours le même, quoique le sel à 2 atomes d'acide ait été préparé par trois procédés différens.

Résultats de l'analyse :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure de plomb,	69,0	73,58;
Iodure de potassium,	31,0	26,42.
	100,0	100,00.

Enfin, si, au lieu d'alcool, on verse de l'eau dans la liqueur qui a cristallisé deux fois, on en précipite de l'iodure de plomb; mais si l'on agite le vase et que la quantité d'eau soit convenable, le précipité perd bientôt sa teinte jaune, et la liqueur se trouve de nouveau remplie de cristaux au point de se prendre en masse. La composition de ce dernier sel est encore exprimée par la formule $KaI^4 + 2\,PbI^4$. Son analyse même m'a donné des résultats plus satisfaisans que celle des deux premiers : il contenait très-peu d'iodure alcalin en excès, ainsi que le prouvent les résultats suivans :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure de plomb,	72,68	73,58;
Iodure de potassium,	27,32	26,42.
	100,00	100,00.

Il est probable que les autres iodures alcalins, par leur action sur l'iodure de plomb, donneraient naissance à des phénomènes semblables à ceux que présente l'iodure de potassium avec cet iodure négatif.

Une dissolution un peu concentrée d'hydriodate d'ammoniaque, versée dans celle du nitrate de plomb, en précipite un sel blanc qui est décomposé par l'eau, ajoutée en excès.

Iodure double d'étain et de potassium.

L'iodure d'étain nous offre encore des faits du même genre; mais avant de les exposer, nous allons examiner les propriétés de cet iodure que je ne crois pas connu. Si dans une dissolution de proto-chlorure d'étain, $Sn\ Ch^4$; on verse une dissolution étendue d'iodure alcalin, la liqueur, au bout de quelques momens, se remplit d'une foule de houppes cristallines d'un iodure d'étain d'un beau rouge orangé, soluble dans l'eau plus à chaud qu'à froid, et susceptible, par le refroidissement, de donner naissance à de belles aiguilles rouges avec des reflets de jaune, qui souvent présentent tout-à-fait l'aspect d'une fleur. Ces cristaux, exposés à l'air humide, se décomposent en oxide d'étain et en acide hydriodique.

Cet iodure paraît être soluble dans le proto-chlorure d'étain; car il ne se précipite que quand on a versé assez d'iodure de potassium pour détruire tout le proto-chlorure. Chauffé au contact de l'air, il se décompose en oxide d'étain, et en un corps qui, par son mélange avec l'eau, se transforme en oxide d'étain et en acide hydriodique, propriété attribuée à un iodure déjà connu.

Il était naturel de penser, d'après le mode de préparation de cet iodure, qu'il devait être un proto-iodure d'étain, SnI^4. Cependant, comme il différait essentiellement par ses propriétés d'un iodure d'étain déjà décrit sous le nom de *proto-iodure*, et obtenu par l'iode et le métal, j'en ai fait l'analyse. En séchant rapidement les cristaux, il est facile de les obtenir sans traces sensibles d'oxide; c'était le cas de celui que j'ai employé. Par l'acide nitrique, je l'ai converti en oxide d'étain. Par ce procédé,

1g,250 d'iodure d'étain ont donné

0 ,512 d'oxide. Par le calcul, on ne trouve que

0 ,509. La différence de

0 ,003 entre le résultat obtenu et le résultat calculé est trop petite pour qu'on s'y arrête; elle serait nulle dans le cas où l'iodure d'étain aurait d'avance contenu un peu d'oxide.

Le résultat a été calculé d'après la formule SnI^4. Ce corps est donc un proto-iodure d'étain, composé de

67,99 d'iode;
32,01 d'étain (1).

---

(1) Si l'on verse dans du proto-chlorure d'étain une dissolution d'iodure ioduré de potassium, préparée dans les mêmes proportions que pour obtenir l'iodure jaune de mercure, il ne se forme aucun précipité, et les liqueurs se décolorent avec une très-grande rapidité. Dans ce cas, le composé produit n'est certainement pas du proto-iodure d'étain, puisqu'il ne se forme aucun dépôt, mais bien un iodure soluble qui est probablement une combinaison des deux iodures d'étain. On obtient, par évaporation de la liqueur, une poudre jaune soluble dans l'eau, que l'on peut toutefois laver de

Bi-iodo-stannate d'iodure de potassium.

Si dans la dissolution de proto-chlorure d'étain on verse une dissolution concentrée d'iodure de potassium, on précipite de suite un sel soyeux, légèrement jaune, qui fait prendre la liqueur en masse. Ce sel est un iodure d'étain et de potassium. L'addition de l'eau y fait d'abord reparaître l'iodure d'étain, moins soluble que celui de potassium; mise en plus grande quantité, elle le dissout également.

L'alcool à froid, mieux à chaud, dissout ce sel; il en sépare un peu d'iodure alcalin qu'il contient en excès; et, par le refroidissement, il le laisse cristalliser en jolies aiguilles.

Lorsqu'on le prépare par l'alcool, il est difficile de le sécher sans qu'il se colore par l'effet d'un peu d'acide hydriodique ou d'iode mis à nu.

Obtenu au moyen de l'eau, ce double iodure se co-

---

manière à en séparer le chlorure alcalin également contenu dans cette liqueur.

Je n'ai pas poussé plus loin l'étude des phénomènes que pourraient produire les iodures iodurés alcalins avec les dissolutions métalliques. Toutefois j'espère qu'ils me fourniront le moyen d'obtenir des iodures plus iodurés que ceux que l'on connaît jusqu'ici. Si dans du proto-nitrate de plomb, par exemple, on verse de l'iodure ioduré de potassium, au lieu d'un précipité jaune, on obtient une poudre d'un rouge puce, et la liqueur qui la surnage est complètement décolorée. L'alcool versé sur ce précipité ne se colore qu'au bout de plusieurs heures. Je crois donc que ce corps est un iodure de plomb plus ioduré que le précipité jaune.

lore moins rapidement, et on peut le dessécher dans le vide sans qu'il s'altère sensiblement. Dans cet état, il a été traité par le chlore; on a pesé le chlorure de potassium produit. Dans le cours de cette expérience l'étain prend feu dans le chlore, probablement à mesure que l'iodure se volatilise, en sorte que la boule dans laquelle on opère se trouve remplie d'une flamme rouge.

Voici les résultats de l'analyse :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure d'étain ,	66,24	69,13 ;
Iodure de potassium ,	33,76	30,87.
	100,00	100,00.

Ils ont été calculés d'après la formule $KaI^4 + 2\,SnI^4$; Ce sel est donc formé de 2 atomes d'acide pour 1 atome de base.

L'analyse y indique un petit excès d'iodure de potassium. Je crois cependant ce résultat suffisamment exact pour admettre que la composition du sel est telle que l'établit la formule précédente.

Iodo-stannate d'iodure de sodium.

Ce sel est très-soluble, il ne peut s'obtenir qu'avec des liqueurs très-concentrées; par exemple, en dissolvant l'iodure alcalin dans la dissolution même du protochlorure d'étain, la combinaison se forme au bout de quelques momens d'agitation. Si on l'abandonne à elle-même pendant plusieurs heures, l'excès d'iodure d'étain se précipite; l'iodure de sodium se dissout en partie, et la liqueur surnage de baux cristaux légèrement jaunes de l'iodure double.

Ce sel a l'aspect de l'iodure d'étain et de potassium ; il est comme lui décomposable par l'eau. L'iodure de sodium se comportant avec l'iodure de mercure comme celui de potassium, et ce sel d'étain se formant dans les mêmes circonstances, et se présentant avec le même aspect que l'iodure d'étain et de potassium, on peut en conclure, ce me semble, que sa composition est $NaI^4 + 2\,SnI^4$.

Iodo-stannate d'iodure de barium et de strontium.

Le proto-iodure d'étain est soluble dans les iodures de barium, de strontium, et les sels qui se forment dans ce cas, étant très-solubles, ne peuvent être obtenus qu'avec des liqueurs concentrées.

L'hydriodate d'ammoniaque se combine très-bien avec le proto-iodure d'étain, et forme avec lui un sel qui, comme l'iodo-stannate de potassium, s'obtient de suite par précipitation avec des liqueurs un peu concentrées. Il a le même aspect ; sa teinte est peut-être un peu plus verdâtre ; l'eau en sépare de même l'iodure rouge d'étain, ainsi que le prouve l'analyse suivante. Ce sel est formé d'un atome d'acide et d'un atome de base ; comprimé entre des papiers et séché, il a été traité par l'acide nitrique, et du poids de l'oxide formé on a déduit celui de l'iodure d'étain contenu dans le sel.

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure d'étain,	70,98	71,97 ;
Hydriodate d'ammoniaque,	29,02	28,03.
	100,00	100,00.

Ce résultat a été calculé d'après la formule

$$(4\,Amm + 2\,HI) + SnI^4.$$

Il établit, pour la composition de ce sel, le rapport d'atome à atome, d'acide et de base; il est d'ailleurs d'accord avec ceux qui ont été obtenus en agissant sur l'iodure de mercure et l'hydriodate d'ammoniaque. Ce sel retient, comme les iodures doubles déjà étudiés, un léger excès de base. Celui que j'ai employé pour l'analyse n'était pas complètement desséché; aussi ai-je trouvé qu'il contenait 0,08 d'eau. Si l'on suppose toutefois que l'iodure d'étain, soit dans ce sel à l'état d'hydriodate,

sa formule sera $(4\,Amm + 2\,HI) + SnI^4 + 2\,Aq$,

et sa composition	69,50 iodure d'étain ;
	27,10 hydriodate ammoniaque ;
	3,40 eau.
	100,00.

Iodures doubles d'argent et de potassium.

L'iodure d'argent, AgI^4, est complètement soluble dans l'iodure de potassium à froid, et encore mieux à chaud, en produisant un iodure double. Toutefois cet iodure alcalin ne paraît pas être susceptible d'en dissoudre plus d'un atome.

Une dissolution concentrée de l'iodure double, dans laquelle l'iodure alcalin est en excès, se prend en masse par refroidissement. Cependant cette masse est très-cristalline et retient beaucoup d'eau; elle est blanche; la lumière lui communique une légère teinte bleue; l'eau en sépare complètement l'iodure insoluble; la chaleur la fait fondre sans l'altérer.

Pour analyser ce sel, à l'aide du chlore, je l'ai converti en chlorure double, dont j'ai pris le poids; puis j'ai fait bouillir le double chlorure dans de l'eau acidulée par l'acide nitrique : le chlorure d'argent ainsi séparé a été pesé.

L'analyse de ce sel, comme celle du double iodure de plomb et de potassium bi-basique, laisse quelque chose à désirer; cependant elle offre un moindre excès d'iodure alcalin.

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure d'argent,	38,83	41,52;
Iodure de potassium,	61,17	58,48.
	100,00	100,00.

Ce résultat a été calculé d'après la formule $2 KaI^4 + AgI^4$, qui paraît être celle de ce double iodure qu'on pourra nommer *iodo-argentate d'iodure de potassium bi-basique.*

Iodo-argentate d'iodure de potassium.

Si on a soin, au contraire, de maintenir constamment un excès d'iodure d'argent dans la solution de l'iodure alcalin, on peut obtenir un sel blanc en aiguilles bien isolées, et composé d'un atome de chaque iodure. Mais ce sel ne s'obtient que très-difficilement dans cet état, et ne cristallise que dans des solutions très-concentrées; toutefois son analyse m'a donné des résultats satisfaisans; les voici :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure d'argent,	58,26	58,68;
Iodure de potassium,	41,74	41,32.
	100,00	100,00.

Ils ont été calculés d'après la formule $KaI^4 + AgI^4$.

Ce sel étant difficile à obtenir cristallisé au moyen de l'eau, j'ai dû avoir recours à l'alcool. Cet agent ne paraît pas propre à former la combinaison, mais bien à la dissoudre, lorsque l'eau en a déjà uni les élémens.

A froid, l'alcool sépare de l'iodure d'argent de la solution aqueuse du double iodure : il sépare aussi de l'iodure d'argent de sa propre dissolution; à chaud, il dissout un sel qu'il laisse cristalliser, par refroidissement, en jolies aiguilles blanches, mais susceptibles de bleuir à la lumière; si la dissolution n'est pas trop concentrée, on obtient des cristaux bien prononcés.

Ce sel est le même que celui qu'on obtient par l'eau, en maintenant dans les liqueurs un excès de l'iodure insoluble, c'est-à-dire que sa composition est:

$$KaI^4 + AgI^4.$$

Il est difficile de le sécher sans qu'il jaunisse, effet dû probablement à l'eau qui est mise à nu après l'évaporation de l'alcool, et qui réagit sur le sel en séparant un peu d'iodure d'argent.

Voici les données de l'analyse :

	Nomb. trouvés.	Nomb. calculés.
Iodure d'argent,	59,2	58,68;
Iodure de potassium,	40,8	41,32.
	100,0	100,00.

On voit, en calculant ce résultat d'après la formule

$$KaI^4 + AgI^4,$$

qu'ici j'obtiens un léger excès d'iodure d'argent; mais la plus petite erreur dans la pesée du chlorure d'argent peut produire cette différence.

Je crois pouvoir conclure avec certitude des faits rapportés dans ce Mémoire,

1°. Qu'il existe des hydriodates d'iodures métalliques, analogues aux hydro-sulfates de sulfures;

2°. Que les iodures métalliques peuvent se partager en iodures acides, et en iodures basiques, et que l'union de ces corps donne naissance à de véritables sels;

3°. Que les iodures et les chlorures peuvent se combiner entr'eux.

Ces conclusions s'étendent évidemment aux chlorures eux-mêmes; c'est ce qu'un nouveau Mémoire pourra me mettre à même de prouver d'une manière plus sûre quant aux détails, la théorie me paraissant d'ailleurs bien établie par l'ensemble des faits précédemment cités.

Lettre *de M.* Daubuisson, *Ingénieur en chef au Corps royal des Mines, à M.* Arago, *sur la Résistance que l'air éprouve dans les tuyaux de conduite.*

Monsieur,

Je présume que vous ne lirez pas sans quelque intérêt un exposé succinct des résultats que je viens de

déduire de nombreuses suites d'expériences faites sur la résistance que les conduites opposent au mouvement de l'air, expériences dont les détails seront publiés dans un Mémoire particulier.

Voici à quel sujet elles ont été effectuées :

On avait entrepris, en 1820, aux mines de fer de Rancié, dans le département de l'Ariège, une galerie d'écoulement qui devait avoir 372 mètres de long. Lorsque son percement fut à moitié, on se plaignit déjà du défaut de circulation dans l'air; les lumières des mineurs brûlaient difficilement; on continua cependant les travaux encore pendant quelque temps, mais il fallut finir par établir un ventilateur.

Ce ventilateur devait porter l'air à plus de 420 mèt. de distance, et son établissement présentait une belle occasion de faire des expériences sur la diminution de force d'un courant d'air à mesure qu'il s'éloigne de la machine qui le produit : j'en fis la proposition; et sur l'avis du Conseil général des Mines, M. le Directeur général des Mines et des Ponts et Chaussées ordonna que les expériences seraient faites.

Leurs résultats devaient être d'un grand intérêt dans l'art des mines et des usines métallurgiques. Il importe, dans les travaux souterrains, d'apprécier jusqu'à quelle distance un moyen d'*airage* qu'on a à sa disposition, peut produire son effet utile. Le maître de forges doit savoir jusqu'à quel point il peut éloigner ses *feux* des machines qui doivent les *activer*, et quelles sont les dimensions qu'il doit donner à ses tuyaux de conduite pour ne pas éprouver une trop grande perte de vent. Jusqu'ici il manquait de notions pré-

cises à cet égard : les opinions étaient vagues et contradictoires. Nos traités sur l'exploitation des mines faisaient mention de ventilateurs qui avaient porté de l'air à mille et deux mille mètres de distance : MM. Lehot, Clément et Desormes, avaient vu un simple soufflet d'appartement produire un effet très-sensible à l'extrémité d'une conduite de 448 mètres. D'un autre côté, M. Baader, dans un ouvrage sur des machines soufflantes, annonçait qu'une de ces machines, quoique très-forte, n'avait pu faire parvenir le moindre souffle à 1524 mètres ; et dans nos usines, on regardait toute distance notable entre un feu et sa soufflerie, comme très-préjudiciable.

Il était important de résoudre la question, et j'ai essayé de le faire. J'avais d'abord à déterminer les lois et la grandeur de la résistance. On admet que la résistance est d'autant plus grande que la conduite est plus longue, que son diamètre est plus petit et que l'air s'y meut plus vite. M. Girard avait déjà reconnu que, dans des conduites des gaz servant à l'éclairage de Paris, comme dans celles de l'eau, la résistance était proportionnelle à la longueur et au carré de la vitesse. J'avais à voir s'il en était de même avec les grandes vitesses de l'air dans les porte-vents des forges, et à constater l'effet des diamètres. Je devais en conséquence diversifier et multiplier mes expériences, de manière que deux des trois quantités, longueur, diamètre et vitesse, restant les mêmes, la troisième éprouvât de grandes variations. En posant une conduite qui devait avoir d'abord près de 400 mètres de long, et en la posant par parties, je pouvais facilement mettre en évidence l'effet de la lon-

gueur : je mettais en évidence celui de la vitesse, en faisant, à chaque longueur partielle, varier la quantité d'eau qui mettait en jeu le ventilateur, ou bien en rétrécissant plus ou moins l'orifice de la conduite en expérience, par des ajutages de différens diamètres. Enfin, pour avoir des expériences où je n'aurais eu de différence que dans le diamètre des conduites, j'ai fait faire deux petites conduites de 55 mètres de longueur, et ayant, l'une la moitié et l'autre le quart du diamètre de celle du ventilateur.

Avant d'aller plus loin, je dis quelques mots sur les appareils employés.

La machine soufflante était une *trompe* à-peu-près pareille à celle qu'on emploie dans les forges des Pyrénées. Elle consistait en un tronc de sapin évidé, de $8^m,40$ de long ; lequel aboutissait à une simple barique de $1^m,15$ de diamètre au bouge et de $1^m,32$ de hauteur : elle était entièrement ouverte par le fond inférieur, et plongeait dans un petit bassin de 0,85 de profondeur. Cette trompe recevait l'eau d'un petit ruisseau voisin roulant de $0^m,025$ à 0,030 mét. cub. d'eau par seconde. Nous avions disposé avec soin un réservoir garni d'un vannage tel que nous pouvions savoir exactement la quantité d'eau employée à mettre en jeu la machine ; nous pouvions en employer jusqu'à 0,040 mètres cubes.

Cette machine, plongeant de $0^m,85$ dans l'eau, pouvait condenser l'air qui en sortait, jusqu'à lui donner sur l'air atmosphérique un excès de force élastique mesuré par une colonne d'eau de $0^m,85$ de hauteur, ou par une colonne de mercure de 0,0624 : la vitesse de l'air

correspondante à une telle pression est à Rancié de 109 mètr. par seconde.

La conduite qui, partant de la trompe, allait dans la galerie à aérer, consistait en tuyaux de fer-blanc de $0^{m},10$ de diamètre soudés bout à bout. A son origine, elle présentait deux coudes de $90°$, mais bien arrondis; à 80 mèt. de distance, elle entrait dans la galerie, et se poursuivait en ligne droite jusqu'à 387 mèt. Nous nous étions assurés qu'elle ne présensentait aucune issue à l'air.

Les ajutages ou *buses* que l'on adaptait à volonté à son extrémité avaient $0^{m},05$, $0^{m},04$, $0^{m},03$ et $0^{m},02$ de diamètre à leur orifice.

Pour la conduite de 0,05 de diamètre, ils avaient $0^{m},03$, $0^{m},02$ et $0^{m},01$,

La conduite de $0^{m},025$ ou plutôt de $0^{m}0235$ les avait de 0,02 et 0,01.

Ces ajutages portaient à leur naissance des viroles pour recevoir l'extrémité des manomètres qu'on y adaptait.

Nos manomètres étaient habituellement garnis de mercure : cependant lorsque les pressions n'étaient pas de plus de $0,^{m}01$ de mercure, on faisait usage du manomètre à eau qui était beaucoup plus sensible.

Vous pourrez voir les détails relatifs à ces instrumens, ainsi qu'aux expériences auxqu'elles ils ont servi, dans mon grand Mémoire ; je me bornerai ici aux faits suivans.

J'ai fait les expériences en août, septembre et décembre 1825, assisté de M. Marrot, ingénieur au Corps royal des Mines, en station aux mines de Rancié, et élève distingué de l'Ecole polythecnique, ainsi que de M. Barbe,

conducteur principal aux mêmes mines, et observateur très-exact.

L'objet immédiat de chaque expérience était de bien constater la hauteur du manomètre au commencement et à la fin de la conduite.

Après que le conducteur des travaux avait fait disposer, de la manière prescrite, la conduite sur laquelle les observations allaient être faites, et après que mes deux manomètres étaient comparés, M. Marrot fixait le sien à la trompe, et l'y observait constamment. Le conducteur et moi observions l'autre, et je ne notais son indication que lorsque nous étions d'accord à 2 ou 3 dixième de millimètre près. Avant l'expérience j'avais vérifié la hauteur de l'ouverture de la vanne et la hauteur de l'eau au-dessus de son seuil.

La détermination des hauteurs manométriques présentait presque toujours d'assez grandes difficultés ; tantôt le mercure oscillait trop fortement, tantôt il était trop fixe, et cette fixité nous faisait craindre l'effet de la capillarité des tubes : de sorte qne, malgré nos soins, nous ne saurions guère répondre de la hauteur observée à un demi-millimètre près, lequel correspond à un millimètre de différence de niveau dans les deux branches.

Heureusement, nous avons près de mille observations, et les erreurs doivent s'être compensées en très-grande partie.

Les quatre tableaux qui terminent notre Mémoire présentent 510 de ces expériences.

Passons à leurs résultats.

De la résistance, de ses loix, et de son expression.

Si, sur une conduite portant un ajutage à son extrémité, on place deux manomètres, l'un au commencement et l'autre immédiatement avant l'ajutage, leur différence sera un effet de la résistance ou des obstacles que la conduite a opposés au mouvement; car il est évident que s'il n'y a aucun obstacle, l'air aurait la même force élastique dans toute la conduite, et les deux manomètres seraient à la même hauteur. Leur différence indique donc la portion de la force motrice absorbée par la résistance; et si H est la hauteur manométrique à l'origine de la conduite et h à l'extrémité, H-h sera cette portion absorbée ou la mesure de la résistance.

Voyons son rapport avec la longueur de la conduite. Je me bornerai ici à donner la moyenne générale des expériences qui ont eu lieu sur la grande conduite du ventilateur, après son entier établissement.

De 40 en 40 mètres à-peu-près, on y avait ménagé de petites ouvertures entourées d'une virolle, et que l'on bouchait et débouchait à volonté : le manomètre était successivement porté sur ces ouvertures, et la différence entre ses indications et celles du manomètre placé sur la trompe, donnait la résistance due à la longueur comprise entre les deux positions de l'instrument. Afin de mieux montrer le rapport, nous ferons commencer la série des longueurs comme celle des resistances par l'unité.

Long.	1,00;	1,33;	1,67;	2,00;	2,33;	2,70;	3,05;	3,22.
Résist.	1,00;	1,29;	1,57;	1,82;	2,16;	2,46;	2,84;	3,09.

Les observations dont nous venons de donner le résultat, montrent que l'accroissement des résistances est un peu moins rapide que celui des longueurs. Cette moindre rapidité a lieu sur le milieu de la conduite, de manière que si les longeurs étaient regardées comme des abscisses, et les résistances comme des ordonnées, on verrait la ligne menée par l'extrémité de ces dernières, fléchir vers le milieu de l'axe des abscisses.

Ce fléchissement s'est reproduit dans toutes nos expériences, et cependant nous ne pouvons même en entrevoir une cause. Il ne saurait provenir d'une légère différence dans la densité, et, par suite, dans la vitesse de l'air sur les différentes parties de la conduite; car la vitesse va graduellement en augmentant jusqu'à l'extrémité, et l'anomalie est dans le milieu. Cette anomalie serait-elle l'effet d'un vice de construction particulier à notre conduite, d'un plus grand diamètre dans cette partie, vice qui aurait échappé à notre examen et à nos nombreuses vérifications? Ce ne serait pas absolument impossible. Au reste, comme le fléchissement est peu considérable, nous en ferons abstraction; alors la ligne menée par les extrémités des ordonnées étant droite, et joignant à son origine l'axe des abscisses, les ordonnées ou les résistances seront proportionnelles aux abscisses ou aux longueurs.

Passons à la considération des vitesses de l'air dans les conduites, et arrêtons la manière de les déterminer.

Le manomètre placé à l'extrémité de la conduite immédiatement avant la buse ou ajutage qui en rétrécit l'orifice, fait connaître la force élastique de l'air

devant cet orifice, force en pression qui produit la vitesse de sortie. Cette vitesse sera en conséquence due à la hauteur d'une colonne du fluide sortant qui produirait cette pression et qui serait ainsi égale en poids à la colonne du mercure, de sorte que cette hauteur serait celle de cette dernière colonne multipliée par le rapport de la pesanteur spécifique du mercure à celle de l'air sortant.

Soit :

H la hauteur du manomètre, à l'origine de la conduite ;

h la hauteur à son extrémité ;

b la hauteur du baromètre ;

t l'indication du thermomètre ; faisons $1+0,004\,t=T$;

D le diamètre de la conduite ;

d celui de l'orifice de la buse ;

V la vitesse de sortie.

Le rapport de la densité du mercure à celle de l'air sortant sera :

$$10467 \times 0,76 \frac{T}{b+h};$$

ainsi, vu que, d'après mes observations manométriques, la contraction de la veine fluide diminue la vitesse dans le rapport de 1 à 0,93, on aura :

$$V = 0^{m},93 \sqrt{2gh \,.\, 10467 \,.\, 0,76 \frac{T}{b \times h}} = 367^{m} \sqrt{h \frac{T}{b+h}}.$$

Dans la conduite, près l'orifice, la vitesse sera moindre dans le rapport de d^2 à D^2, les vitesses étant en raison inverse des sections ou des carrés des diamètres,

De plus, dans la conduite depuis l'origine jusqu'à

l'extrémité, les vitesses croissent dans le rapport inverse des densités ou des pressions, rapport qui sera ici celui de $b+h$ à $b+H$; ainsi, pour avoir la vitesse moyenne dans la conduite, il faudra encore multiplier l'expression ci-dessus par le rapport de

$$b+h \text{ à } b+\frac{H+h}{2}.$$

C'est d'après cette méthode que nous avons calculé les vitesses introduites dans nos comparaisons.

Je me borne à donner ici celle qui résulte de 21 expériences faites à l'extrémité de la conduite.

Résistances......	1,00; 1,82; 2,71; 3,42; 4,27; 4,64.
Carré des vitesses.	1,00; 1,64; 2,40; 3,25; 4,32; 4,55.

D'autres comparaisons nous ont donné des séries plus concordantes, et nous ont mis à même de conclure qu'en somme, les résistances étaient proportionnelles aux carrés des vitesses.

Dans la recherche du rapport des résistances aux diamètres des conduites, nous n'avons pas été aussi heureux que dans les deux recherches précédentes; nous n'avons point eu, sur des conduites différentes, des expériences où les élémens que nous voulions comparer fussent les deux seuls variables, c'est-à-dire où les longueurs et les vitesses fussent exactement les mêmes. Nous avons pris celles où ces deux quantités différaient très-peu; nous les avons réduites, d'après les principes que nous venons d'établir, à ce qu'elles auraient été à même longueur et même vitesse, et de cette manière nous avons obtenu dix comparaisons qui nous ont donné, pour l'exposant du diamètre supposé mis

au dénominateur de l'expression de la résistance, les dix nombres suivans : 0,91, 1,13, 0,77, 1,15, 1,09, 0,87, 1,02, 1,12, 1,33, 1,08, 0,84, 1,00. Le terme moyen est 1,03; et comme les écarts peuvent très-facilement n'être qu'un effet de l'erreur dans l'observation, rien ne s'oppose à ce qu'on établisse que la résistance est en raison inverse de la première puissance du diamètre, ce que le simple raisonnement semble d'ailleurs indiquer.

En définitive, la résistance sera en raison directe de la longueur de la conduite et du carré de la vitesse, et en raison inverse du diamètre.

Par conséquent, en appelant L la longueur de la conduite, conservant les désignations ci-dessus, et en observant que sans erreur notable et sans le moindre inconvénient dans l'application, $b+h$ peut être substitué à

$$b+\frac{H+h}{2},$$

nous aurons :

$$H-h=N\frac{Ld^4hT}{D^5(b+h)}.$$

N est un coefficient constant qu'il s'agit de déterminer par l'expérience.

A cet effet, j'ai appliqué la formule ci-dessus à plus de 400 des expériences portées dans nos tableaux, et le résultat moyen a été $N=0{,}01603$.

Nous avons eu autour de ce terme moyen des variations assez grandes, mais moindres encore que celles qu'on aurait si l'on voulait conclure d'une manière analogue les coefficiens de la résistance que l'eau éprouve dans les conduites, en prenant pour base les expé-

riences faites par nos premiers hydrauliciens, Dubuat, Bossut, etc. Ainsi le coefficient pour le mouvement de l'air, me paraît déterminé à très-peu près avec autant de certitude que celui qui est admis pour le mouvement de l'eau dans les tuyaux de conduite.

Il me paraît encore convenir à toute espèce de conduite qu'elle qu'en soit la matière. L'expérience a montré que les circonstances du mouvement de l'eau sont les mêmes dans les tuyaux de plomb, de fonte, de poterie, de bois. Pourquoi en serait-il autrement pour le mouvement de l'air ?

Nous aurons donc définitivement :

$$H-h=0{,}016\,\frac{Ld^4hT}{D^5(b+h)}.$$

De cette équation on déduit :

$$h=\frac{H}{0{,}016\,\dfrac{Ld^4T}{D^5(b+h)}+1}.$$

Dans le second membre, h sera mis par approximation ; au reste, si l'on voulait plus de rigueur, on résoudrait entièrement l'équation.

Dans presque toutes les localités,

$$\frac{T}{b+h}$$

a d'ailleurs une valeur peu variable, et que l'on peut regarder comme constante. Désignons-la par n ;

$$0{,}016\,n\,\frac{LD^4}{D^5}+1,$$

sera le *facteur de la résistance* ; il en exprime l'effet : c'est le rapport entre les deux pressions ou forces

aux deux extrémités d'une conduite ; une étant donnée, il fait connaître l'autre.

Aux mines de Rancié, durant nos expériences, nous avons eu moyennement $b = 0{,}6802$, $T = 1{,}045$ et $h = 0{,}0223$; on y aura donc :

$$h = \frac{H}{0{,}0238 \frac{L\,d^4}{D^5} + 1.}$$

J'ai calculé, à l'aide de cette formule, la valeur de h pour chacune des cinq cents expériences portées aux tableaux, et je les ai mises sur ces tableaux à côté de celles immédiatement données par l'observation. En les comparant, on sera frappé du peu de différence, et cela quelles que soient les conduites, leurs longueurs, leurs orifices et les quantités d'eau motrice : on en jugera par le tableau suivant extrait du grand tableau n° III ; on y verra la série des expériences faites à l'extrémité de la conduite de 0,10 de diamètre, à 387 mèt. de son origine, et par suite sur la plus grande longueur où nous pouvions opérer. Nous remarquerons que cette série est une de celles qui présente le plus d'anomalies.

EAU motrice dépensée en 1″.	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite.		
		Au commencement.	A la fin d'après	
			l'observation.	la formule.
mét. cub.	mét.	millim.	millim.	millim.
0,0151	0,05	14,9	1,4	2,2
Id.	0,04	15,3	4,3	4,5
Id.	0,03	16,2	8,7	9,2
Id.	0,02	19,8	15,8	17,2
0,0225	0,05	24,8	3,3	3,6
Id.	0,04	25,2	7,7	7,5
Id.	0,03	28,4	16,2	16,2
Id.	0,02	35,6	31,1	31,0
0,0298	0,05	32,5	4,6	4,8
Id.	0,04	34,7	11,7	10,3
Id.	0,03	40,1	23,9	22,9
Id.	0,02	52,3	46,5	45,5
0,0401	0,05	42,8	5,9	6,3
Id.	0,04	46,9	15,0	13,9
Id.	0,03	55,0	33,8	31,4
Id.	0,02	62,3	55,0	54,2

On se rappellera que nous ne pouvons répondre des hauteurs manométriques au-dessus de 10 millimètres, à 1 millimètre près ; avec une telle tolérance, nous pourrions faire disparaître presque toutes les différences que l'on remarque entre les résultats de l'observation et du calcul. Si, dans cette série, ces derniers résultats sont au-dessus des premiers lorsque la quantité d'eau a été petite, et au-dessous lorsqu'elle a été grande, dans d'autres séries, il n'en a plus été de même.

Dépense des conduites. L'expression de la vitesse ci-dessus rapportée, multipliée par la section de l'ori-

fice, $\frac{\pi}{4}d^2$, donne, pour la dépense Q, ou quantité de mètres cubes écoulés en une seconde,

$$Q = 289\, d^2 \sqrt{h \cdot \frac{T}{b+h}}.$$

L'air, dans le volume donné par cette formule, est à la même densité qu'à sa sortie de la conduite, c'est-à-dire, sous la pression $b+h$: on le réduira au volume correspondant à une pression donnée b', en multipliant par

$$\frac{b+h}{b'}.$$

Si l'on voulait avoir la dépense en kilogrammes, c'est-à-dire, la masse ou poids de l'air écoulé dans l'unité de temps, on multiplierait la même expression ci-dessus par

$$1^{\text{kil.}},709\, \frac{b+h}{T}.$$

Pour la pratique, on peut substituer au facteur variable

$$\frac{T}{b+h}$$

un facteur constant. Dans nos usines, il ne varie que de 1,28 à 1,40. Sa racine carrée ne variera donc que de 1,13 à 1,18. On peut ainsi prendre le terme moyen, et, par suite, substituer au coefficient 289 le nombre 334, sans s'exposer à commettre, même dans les cas extrêmes, une erreur de 3 centièmes dans l'estimation de la dépense.

Ces considérations et réductions s'appliquent aux valeurs de Q qui vont suivre.

Celle que nous venons de donner exprime la dépense en fonction de h. Si on la voulait en fonction de H, on aurait, d'après ce qui a été dit ci-dessus :

$$Q = 2279 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47\frac{D^5}{d^4}}} \text{ mèt. cub.}$$

Dans une conduite qui serait entièrement ouverte à son extrémité, on aurait $d = D$; et vu qu'il n'y a pas de contraction à la sortie, le coefficient augmenterait dans le rapport de 1 à 0,93, et alors

$$Q = 2450 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47\,D}}.$$

Si l'on eut employé le manomètre à eau, l'on aurait eu :

$$Q = 664 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47\,D}} \ldots\ldots (M).$$

Eytelwein donne, pour la dépense des conduites d'eau :

$$Q' = 20{,}8 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 54\,D}} \text{ mèt. cub.},$$

formule qui ne diffère de celle que nous avons établie pour le mouvement de l'air, que par les coefficiens numériques.

Sous même *charge* ou même force de pression, les dépenses des deux fluides seraient entr'elles à-peu-près comme les coefficiens de ces formules, et par conséquent comme 31,9 à 1,00. Il eût été de 29,7 à 1, si le coefficient de Q n'eût pas été augmenté par suite du défaut de contraction de la veine à l'orifice. Le rapport indiqué par la racine carrée des pesanteurs spécifiques des deux fluides, rapport qui eût dû être suivi, dans le cas où les deux fluides auraient été soumis aux mêmes lois de résistance, serait 29 à 1.

J'ai voulu comparer les résultats de la formule (M) avec des expériences faites par M. Girard sur le débit des conduites qui servent à l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis, à Paris, et qui sont rapportés dans le tome XVI des *Annales de Chimie et de Physique*. Les résultats du calcul ont été d'un quart plus considérables que ceux de l'observation, pour les trois expériences faites avec une conduite de $0^m,0812$ de diamètre, et $\frac{1}{27}$ seulement pour les dix expériences faites avec la conduite de 0,0158. Le coefficient de la valeur de Q serait-il un peu trop fort, et par conséquent notre coefficient de la résistance un peu trop faible? Il faudrait de nouvelles expériences pour m'en convaincre.

Il m'a semblé important de faire disparaître toute hauteur du manomètre de la détermination de la dépense, et de la rendre dépendante uniquement de la force et des dimensions de la machine soufflante; en définitive de résoudre le problême général : *Etant donné l'espèce de machine soufflante à employer, la force qui lui sera appliquée, et les dimensions de la conduite qui portera l'air à un point déterminé, assigner la quantité d'air qui y sera fournie dans l'unité de temps.*

De la première donnée, l'espèce de la machine, on conclura d'abord le rapport qu'il doit y avoir entre la force du moteur employé et l'effet utile produit.

La force ou quantité d'action dynamique que peut produire un moteur quelconque est généralement et exactement représentée par une masse d'un certain poids élevé à une certaine hauteur en une sconde. Soit M ce poids, C la hauteur de l'élévation (ou de la chute, si

c'est un courant d'eau), MC sera l'expression de la force.

L'effet soufflant de la machine sera représenté, d'une manière analogue, par la masse ou poids de l'air émis en une seconde, censé élevé à la hauteur due à la vitesse de l'émission, c'est-à-dire à cette masse multipliée par cette hauteur. Dans le cas où une conduite serait interposée entre la machine et l'orifice de sortie, l'effet serait égal au produit de la masse sortie, par la hauteur due à la pression qui s'exerce à l'entrée, et non à l'issue de la conduite; cette hauteur serait φH, φ étant la pesanteur spécifique du mercure par rapport à celle de l'air dans la conduite. D'après cela, et d'après les expressions de la masse et des hauteurs données ci-dessus, on aura pour l'effet :

$$3922900\, d^2 h^{\frac{3}{2}} \left\{ 0{,}016 \frac{L d^4 T}{(b+h) D^5} + 1 \right\} \sqrt{\frac{T}{b+h}}.$$

La force et l'effet étant exprimés, quel sera le rapport de l'un à l'autre? Ce rapport varie non-seulement dans chaque sorte de machine, mais encore dans chaque machine de même espèce, selon qu'elle est plus ou moins compliquée, et plus ou moins bien construite ou disposée. Ainsi il ne saurait y avoir ici de solution générale et exacte. Toutefois, en suivant la méthode généralement usitée dans la pratique, d'indiquer, par un nombre simple, de combien de fois, dans une machine donnée, l'effet produit est plus petit que la force employée à le produire, je puis indiquer moyennement et approximativement ce nombre pour les principales machines soufflantes employées. Je résumerai mes obser-

vations sur cette matière, en donnant pour le rapport entre la force et l'effet utile les nombres suivans :

Machine à pistons, mue par la vapeur de l'eau. 2 : 1 ;
Machine à pistons à roue hydraulique, mue par le poids de l'eau........................ 4 : 1 ;
Pareille machine, mue par le choc de l'eau...... 9 : 1 ;
Soufflet hydraulique, mu par le poids de l'eau... 3 : 1 ;
Pareil soufflet, mu par le choc.................. 7 : 1 ;
Trompe...10 : 1.

Appelant A ce rapport, on aura entre la force et l'effet l'équation suivante :

$$MC = 3922900\, A d^2 h^{\frac{3}{2}}, \text{ etc.}$$

Mettant la valeur de h, déduite de cette équation dans l'expression de la dépense, remplaçant $\frac{T}{b+h}$ par sa valeur moyenne 1,34, on aura finalement :

$$Q = 7{,}26 \sqrt[3]{\frac{MCD^5}{A\left(L + 47\frac{D^5}{d^4}\right)}} \text{ mèt. cub.}$$

Cette formule peut servir encore à la solution de plusieurs questions relatives aux machines soufflantes ; par exemple, à la détermination du diamètre d'une conduite, qui devrait mener, à une distance donnée, une certaine quantité d'air sortant avec une certaine vitesse V ; en observant que $Q = \frac{\pi}{4} d^2 V$, on aurait :

$$D = 0^{\text{m}},305 \sqrt[5]{\frac{ALQ^3}{MC - 0{,}076\, AQV^2}}.$$

Je ferai remarquer, au sujet du diamètre des conduites, qu'il est très-avantageux de le faire grand par rapport

celui des ajutages. Mes expériences, faites à l'extré-nité de la conduite du ventilateur, font ressortir cet vantage de la maniére la plus marquée, ainsi qu'on le voit par le petit tableau suivant. Je rappelle que la conduite avait 387 mètres de longueur et $0^{m},10$ de diamètre.

DIAMÈTRE de l'ajutage.	EAU MOTRICE dépensée en 1″.	MANOMÈTRE sur la conduite. Au commencement.	A l'extrémité.
mèt.	mèt. cub.	millim.	millim.
0,02	0,030	54,1	47,1
0,03	0,040	54,1	30,7
0,04	0,040	46	16
0,05	0,035	40,5	5,4

On voit ici que le manomètre n'a pas baissé de 6 pour cent, lorsque le diamètre de la conduite a été cinq fois plus grand que celui de l'orifice de sortie, et qu'il a baissé de plus de 86 pour cent, lorsqu'il n'en a plus été que le double.

Poursuivons la comparaison sous le point de vue le plus important, celui de la perte ou du déchet dans la quantité d'air, occasioné par la conduite avec ses différens orifices. Les formules déjà données feront connaître les dépenses à l'extrémité de la conduite. Il faudrait maintenant savoir celles que l'on aurait eues si les orifices ou buses eussent été immédiatement adaptés à la trompe, et qu'ainsi il n'y eût pas eu de conduite interposée : il est nécessaire, à cet effet, de connaître quelle

eût été alors la hauteur du manomètre placé sur la trompe; soit H' cette hauteur, l'effet sera proportionnel à $(H')^{\frac{3}{2}}$: dans le cas où la conduite est interposée, il est proportionnel à $Hh^{\frac{1}{2}}$: à force motrice égale, les effets dynamiques seront égaux, et l'on aura $(H')^{\frac{3}{2}}=Hh$, d'où l'on déduira les valeurs de H' correspondantes aux valeurs de H et h, et elles donneront les dépenses cherchées.

Comparant les deux sortes de dépenses, nous trouverons que la dépense sans conduite est à celle avec conduite, le diamètre de l'orifice ou de la buse étant de :

$0^m,02$ comme	100 : 96 ;
0 ,03	100 : 83 ;
0 ,04	100 : 72 ;
0 ,05	100 : 51.

Ainsi, en employant une conduite de 387 mètres de longueur, mais d'un diamètre cinq fois plus grand que celui de la buse, on n'a eu, dans la quantité d'air obtenue, qu'un déchet de 4 pour cent; et il a été de 49, c'est-à-dire, de près de moitié, lorsque le diamètre de la conduite n'a plus été que double de celui de la buse.

Recevez, Monsieur, etc.

Toulouse, le 16 mars 1827.

Sur *le Mouvement d'un fluide élastique qui s'écoule hors d'un réservoir ou gazomètre.*

Par M. Navier.

L'hypothèse du parallélisme des tranches a été appliquée par les célèbres géomètres Daniel Bernouilly

et d'Alembert à la recherche des lois de l'écoulement des fluides incompressibles. Cette hypothèse, employée convenablement, conduit à des résultats conformes à l'expérience, soit pour l'évaluation des quantités de fluide écoulées dans des temps donnés, soit pour l'évaluation des pressions qui ont lieu dans les diverses parties du fluide, toutes les fois que la longueur des vases n'étant pas très-grande par rapport à la largeur, l'adhésion du fluide aux parois influe peu sur la nature du mouvement. Lagrange a remarqué d'ailleurs que l'hypothèse dont il s'agit donnait une première approximation, et que l'emploi que l'on en faisait supposait seulement que l'on négligeait les quantités très-petites du second ordre, les largeurs du vase étant regardées comme très-petites du premier ordre. On a pensé, d'après cela, qu'il pouvait être utile de rechercher par la même méthode les conditions de l'écoulement d'un fluide élastique.

On considérera le mouvement du fluide lorsqu'il est parvenu à un état d'uniformité dont l'existence peut être regardée comme un fait établi par l'observation, et dans lequel la vitesse et la pression demeurent constamment les mêmes dans chaque point du vase. Cet état d'uniformité peut résulter ou de ce qu'une source de fluide élastique remplace constamment dans le réservoir la masse du fluide qui s'écoule par l'orifice; ou bien de ce que l'on diminue progressivement la capacité du réservoir, de manière à compenser la perte de fluide qui a lieu par l'orifice, et à maintenir constant l'excès de la pression intérieure sur la pression extérieure. D'après cela, on supposera un vase *AB*

(*fig.* 1), dont l'axe est horizontal (ce qui permet de négliger l'influence de la gravité sur le mouvement des tranches), et que l'on peut regarder comme un prolongement du gazomètre. On admettra que, par la manière dont le fluide se renouvelle, ou dont le volume du gazomètre est diminué, la pression est maintenue constante dans la section Ω qui sera regardée comme la première section du vase dans lequel il s'agit de reconnaître les lois du mouvement du fluide. La section Ω' forme l'autre extrémité de ce vase, et la pression est aussi supposée constante à cette dernière section. L'écoulement du fluide est le résultat de l'excès de la pression intérieure, qui a lieu à la section Ω, sur la pression extérieure, qui a lieu à la section Ω'. Cela posé, on nommera,

ω l'aire d'une section transversale quelconque, faite entre les sections extrêmes Ω et Ω',

P, p, P' les pressions (exprimées en unités de poids, et rapportées à l'unité de surface) qui ont lieu respectivement aux sections dont les aires sont Ω, ω et Ω',

ρ la densité du fluide dans la section ω,

u, U les vitesses qui ont lieu respectivement aux sections ω et Ω',

x la distance de la section ω à la première section Ω,

t le temps.

L'équation du mouvement d'une tranche quelconque se formera en remarquant que la masse de cette tranche est $\rho . \omega dx$; la force à laquelle est dû son mouvement,

$$\rho . \omega dx . \frac{du}{dt};$$

la force à laquelle elle est soumise, par l'effet des pressions mutuelles des tranches, $-\omega dp$. On a donc :

$$-\omega dp = \rho\omega dx \frac{du}{dt}.$$

Mais, dans un fluide élastique, la température étant supposée la même dans toutes les parties, on a $p = k\rho$, k étant un nombre constant (1), ce qui change l'équation en

$$-k \frac{d\rho}{\rho} = dx \frac{du}{dt}.$$

De plus, la condition que la masse de chaque tranche demeure la même, quand cette tranche passe d'une position à la position voisine, condition qui est exprimée en général par l'équation

$$\omega \frac{d\rho}{dt} + \frac{d(\rho\omega u)}{dx} = 0,$$

se réduit ici à $\rho\omega u = const.$, puisque l'on suppose que la densité ρ ne varie pas avec le temps. On a donc aussi

---

(1) Pour l'air atmosphérique, dont le mètre cube pèse $1^k,3$ à la température 0° sous la pression $0^m,76$ de mercure, on a :

$$k = \frac{0,76 \times 13568}{1,3} g(1 + 0,00375.\nu),$$

ou

$$k = 7932,06.g(1 + 0,00375.\nu),$$

g étant la vitesse imprimée par la gravité dans l'unité de temps, et ν la température en degrés centigrades. Pour les autres fluides élastiques, les valeurs de k seront réciproquement proportionnelles aux pesanteurs spécifiques.

$p\omega u = const.$, et par conséquent la relation $p\omega u = P'\Omega' U$. On en déduit :

$$u = U \frac{P'\Omega'}{p\omega};$$

et si l'on différencie en remarquant que U ne varie point, et que p et ω varient seuls par l'effet du changement de position de la tranche, il viendra :

$$du = -U \frac{P'\Omega' d(p\omega)}{p^2 \omega^2}.$$

Substituant dans l'équation précédente, et remarquant que

$$\frac{dx}{dt} = u = U \frac{P'\Omega'}{p\omega},$$

on aura :

$$k \frac{dp}{p} = U^2 \frac{P'^2 \Omega'^2 . d(p\omega)}{p^3 \omega^3}.$$

Cette équation donne, en intégrant,

$$2k \log. p = -U^2 \frac{P'^2 \Omega'^2}{p^2 \omega^2} + const.$$

La constante se détermine en remarquant que l'on a, à la première section, $\omega = \Omega$, $p = P$, ce qui donne :

$$(1) \qquad 2k \log. \frac{P}{p} = U^2 \left(\frac{P'^2 \Omega'^2}{p^2 \omega^2} - \frac{P'^2 \Omega'^2}{P^2 \Omega^2} \right);$$

et comme, à la dernière section, on a $\omega = \Omega'$, $p = P'$, il vient

$$(2) \qquad 2k \log. \frac{P}{P'} = U^2 \left(1 - \frac{P'^2 \Omega'^2}{P^2 \Omega^2} \right),$$

d'où l'on déduit, pour la valeur de la vitesse à l'orifice Ω',

$$(3) \qquad U = \sqrt{\frac{2k \log. \frac{P}{P'}}{1 - \frac{P'^2 \Omega'^2}{P^2 \Omega^2}}}.$$

Il suit de là que le volume de fluide écoulé dans l'unité de temps, et mesuré sous la pression P qui a lieu dans le gazomètre, est :

$$(4) \qquad \frac{P' \Omega'}{P} \sqrt{\frac{2k \log. \frac{P}{P'}}{1 - \frac{P'^2 \Omega'^2}{P^2 \Omega^2}}}.$$

Si l'orifice Ω' est petit par rapport à la section Ω du gazomètre, ce qui aura lieu le plus souvent dans les applications, l'expression de la vitesse et celle du produit de l'écoulement diffèrent très-peu de

$$U = \sqrt{2k \log. \frac{P}{P'}}, \text{ et } \frac{P' \Omega'}{P} \sqrt{2k \log. \frac{P}{P'}}.$$

En éliminant U entre les équations (1) et (2), il vient :

$$(5) \qquad \frac{\log. \frac{P}{p}}{\log. \frac{P}{P'}} = \frac{\frac{P^2 \Omega^2}{p^2 \omega^2} - 1}{\frac{P^2 \Omega^2}{P'^2 \Omega'^2} - 1)},$$

équation d'où l'on pourra déduire la valeur de la pression p, qui a lieu dans une section quelconque ω du tuyau. Lorsque l'orifice Ω' est petit par rapport à Ω, cette équation se réduit à

$$\frac{\log. \frac{P}{p}}{\log. \frac{P}{P'}} = \frac{P'^2 \Omega'^2}{p^2 \omega^2}.$$

En examinant l'équation (5), on en déduit les résultats suivans, 1°. lorsque la section du tuyau diminue constamment de Ω à Ω' (*fig.* 2), la pression p diminue lentement, à partir de la valeur P qui a lieu à la section Ω, de manière que, dans la section qui précède immédiatement Ω', la valeur de p est fort peu inférieure à celle de P. 2°. Si la section du vase (*fig.* 3) diminuait de Ω jusqu'à une section m moindre que Ω', et que, dans l'intervalle mB, les sections fussent égales à Ω', ou moindres que Ω', les pressions intérieures p seraient un peu moindres que P dans la partie Am, et égales à P' ou un peu plus grandes que P' dans la partie mB. 3°. Enfin si les sections (*fig.* 4), après avoir diminué à partir de Ω jusqu'à une section m égale à Ω' ou moindre que Ω', augmentaient ensuite jusqu'à une section n plus grande que Ω', et diminuaient de nouveau, les pressions intérieures p seraient un peu moindres que P dans la partie Am. Dans la partie mnB, la pression surpasserait un peu la pression extérieure P' dans toutes les sections moindres que Ω'; mais dans les sections plus grandes que Ω', la pression p serait plus petite que la pression extérieure P'. En général, la pression intérieure ne sera jamais moindre que la pression du milieu dans lequel le fluide s'écoule, si ce n'est dans une section plus grande que la section extrême du vase par laquelle l'écoulement s'opère.

On conclut de la formule (4) que, toutes choses égales d'ailleurs, les volumes de divers fluides sortis d'un réservoir, sont réciproques aux racines carrées des pesanteurs spécifiques de ces fluides, ce qui est con-

forme à l'expérience. En appliquant cette formule, aussi bien que les suivantes, on ne doit pas oublier d'ailleurs que la résistance provenant du frottement du fluide sur les parois n'ayant pas été prise en considération, les résultats ne conviennent qu'à des vases dont la longueur surpasse peu la largeur, et particulièrement à l'écoulement des fluides par des orifices pratiqués dans les parois des réservoirs. Si l'orifice est pratiqué dans une paroi plane et mince, la veine de fluide se contracte au-delà de l'orifice, et Ω' doit être censé représenter la section où la contraction est la plus grande. Il en est de même lorsque le fluide sort par un ajutage conique convergent; mais la contraction extérieure est alors beaucoup moindre. Lorsque le fluide sort par un petit ajutage cylindrique, il n'y a pas de contraction extérieure, et le produit de l'écoulement doit être très-peu inférieur à celui que l'on calculerait par la formule (4).

Nous remarquerons en finissant que les expressions (3) et (4) deviendraient infinies ou imaginaires, si l'on supposait $P'\Omega' =$ ou $> P\Omega$. Il faut en conclure que l'existence dun écoulement uniforme suppose essentiellement que Ω' est moindre que $\frac{P\Omega}{P'}$. Si cette condition n'était pas satisfaite, la veine de fluide sortirait du réservoir sans remplir en entier la dernière section Ω'.

Paris, 24 février 1827.

Sur *la Composition de l'Or natif argentifère.*

Par Mr J.-B. Boussingault.

Durant différens travaux relatifs à mon service, j'ai eu l'occasion d'examiner un assez grand nombre d'échantillons d'or natif provenant des mines de Colombie, dans le but de constater la quantité d'argent qu'il pouvait contenir. Dans le cours de cet examen, j'ai pu me convaincre que dans l'or natif argentifère, l'or se trouve uni à l'argent en proportions définies, et dans un tel rapport qu'un atome d'argent est combiné avec plusieurs atomes d'or.

Si l'on compare les propriétés de l'argent à celles de l'or, on s'aperçoit aisément que ce dernier métal est électro-négatif relativement au premier. D'après cela, il est probable que, dans les combinaisons naturelles de ces deux métaux, l'or y entre comme élément électro-négatif, et pour se conformer à l'esprit de la nomenclature, ces combinaisons doivent être désignées par le nom d'*aurures*.

Jusqu'ici j'ai rencontré dans l'or natif argentifère, un atome d'argent uni à 2, 3, 5, 6 et 8 atomes d'or; c'est ce qui résulte des analyses dont je vais rendre compte; mais il est vraisemblable qu'il existe encore d'autres combinaisons qui doivent compléter cette série, et peut-être même l'étendre. Dans mes calculs, j'ai pris 24,86 pour le poids de l'atome d'or; c'est le nombre que M. Berzelius a déduit de la composition du peroxide d'or, en supposant 3 proportions d'oxigène dans cet

oxide. Pour l'atome d'argent, j'ai adopté le nombre 27,03.

Or natif de Marmato. Je me suis procuré cette belle variété d'or, sur les mines de Marmato, près la Vega de Supia, dans la province de Popayan. A Marmato, on exploite de la pyrite aurifère qui se trouve en filons puissans dans la syénite porphyrique. L'or que j'ai analysé a été rencontré dans l'intérieur d'un morceau de pyrite; il est sous la forme d'un joli groupe de cristaux octaèdres et cubiques; sa couleur est d'un jaune assez pâle; à la température de 16° cent. il pèse 12,666.

Un morceau du poids de 28^{grains},59, traité par l'eau régale, a fourni 10^{g},04 de chlorure d'argent équivalant à 7^{g},57 d'argent. Le chlorure obtenu avait conservé la forme des cristaux d'or soumis à l'action de l'acide.

De la dissolution régale évaporée convenablement, le sulfate de fer a précipité 21^{g},0 d'or pur. Ainsi l'or de Marmato est composé de :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Or....	21,00	73,45	3 atom. d'or,	73,4;
Argent.	07,57	26,48	1 atome d'argent,	26,6;
Perte..	00,02	00,07.		
	28,59	100,00		100,00.

$Ag . Au^3$.

Or natif de Titiribi. Cet or provient d'une mine située au-dessus du village de Titiribi. On le rencontre dans une argile très-ferrugineuse répandue en couches peu épaisses sur un schiste amphibolique qui fait partie du terrain de syénite et grunstein porphyrique de la

province d'Antioquia. La couche aurifère, dont la puissance atteint rarement un pied, est recouverte par un amas de cailloux roulés de quartz, faiblement agglutinés entr'eux.

15g,44 d'or cristallisé de Titiribi, soumis à l'action de l'eau régale, ont donné :

Chlorure d'argent....	5g,25, d'où argent,	4g,00;
Or pur		11,43.
		15,43.

Pour 100 p.		Théoriquement.	
Or....	74	3 atomes d'or,	73,4;
Argent.	26	1 atome d'argent,	26,6.
	100.		100,0.

$Ag.Au^3$.

Or natif de Malpaso. Cet or est en petits grains aplatis, irréguliers, d'une couleur jaune assez foncée; il pèse 14,706, à la température de 16°. On l'extrait de la mine d'alluvion de Malpaso, près Mariquita.

L'or de Malpaso, soumis à l'action de l'eau régale, se couvre promptement de chlorure d'argent; mais l'action de l'acide ne pénètre que difficilement au centre des grains, car, après avoir fait agir l'acide pendant longtemps, si on examine le chlorure formé, on trouve qu'il renferme encore des particules d'or. C'est pour obvier à cet inconvénient qui pourrait devenir une source d'erreur, que j'ai abandonné l'emploi de l'acide nitro-muriatique. L'analyse de l'or de Malpaso, ainsi que les suivantes ont été faites par la coupellation. Le procédé que j'ai suivi est précisément celui que les

essayeurs mettent en usage pour déterminer le titre de l'or et de l'argent. L'or natif était passé à la coupelle avec de l'argent fin, dont on connaissait exactement la quantité; le poids du bouton indiquait s'il y avait eu des métaux scorifiés pendant la coupellation. Le bouton, après avoir été étiré et roulé en cornet, était traité, d'abord par de l'acide nitrique à 1,15 de densité, et ensuite par de nouvel acide à 1,28; après le départ, l'or en cornet était bien lavé, puis séché sous la moufle et pesé.

Or de Malpaso..	10g,20	passés à la coupelle avec 120 gr. de plomb.
Argent fin......	29 ,30	
	39 ,50.	

Poids du bouton. 39 ,50.

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet.	39 ,50.			
Arg. fin contenu.	29 ,30.			
Or et argent.....	10 ,20			
Or en cornet....	09 ,00	88,24	8 at. d'or.	88,04;
Argent........	1 ,20	11,76	1 at. d'arg.	11,96.
		100,00		100,00.

$Ag.Au^8$.

Or natif de Rio-Sucio. En grains irréguliers assez gros, d'une couleur foncée; il pèse 14,690. Il provient d'une mine d'alluvion sur les bords du Rio-Sucio, près Mariquita.

Or natif.	10g,00	passés avec 100 de plomb.
Argent fin.	27 ,00	
	37 ,00.	
Poids du bouton..	36 ,95.	
Matières scorifiées.	00 ,05.	

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet . .	36 ,95			
Argent fin.	27 ,00			
Or et argent. . . .	09 ,95			
Or en cornet. . . .	08 ,75	87,94	8 at. d'or.	88,04;
Argent.	1 ,20	12,06	1 at. d'arg.	11,76.
		100,00		100,00.

Ag. Au^8.

Or natif de la Otra-Mina, près Titiribi. Se trouve en cristaux octaèdres, ayant pour gangue de l'oxide de fer argileux; sa couleur est le jaune pâle. Le fragment soumis à l'analyse n'a pu être entièrement débarrassé de l'oxide de fer dont il était souillé.

Or natif.	10g,60	passés avec 132 gr. de plomb.
Argent fin.	22 ,00	
	32 ,60	
Poids du bouton.	32 ,15	
Matièr. scorifiées.	0 ,45; oxide de fer?	

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet.	32g,15			
Argent fin.	22 ,00			
Or et argent. . . .	10 ,15			
Or en cornet. . .	7 ,45	73,4	3 at. d'or.	73,4;
Argent.	2 ,70	26,6	1 at. d'arg.	26,6.
		100,0		100,0.

Ag. Au^3.

Or natif del Guamo. En cristaux indéterminables d'une couleur jaune de laiton ; il s'est rencontré dans l'argile d'un filon de pyrite, dans la mine del Guamo, près Marmato.

Or natif........	16g,50	passés avec 208 gr. de plomb.
Argent fin.......	35 ,10	
	51 ,60	
Poids du bouton..	51 ,25	
Matières scorifiées.	0 ,35	

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet...	51g,25			
Argent fin......	35 ,10			
Or et argent....	16 ,15			
Or en cornet.....	11 ,90	73,68	3 at. d'or.	73,4 ;
Argent.........	4 ,25	26,32	1 at. d'arg.	26,6.
		100,00		100,00.

*Ag. Au*³.

Or natif del Llano. On l'extrait du terrain appelé *el Llano*, qui occupe le fond du bassin de la Vega de Supia. Cette alluvion, formée de débris porphyriques, est supportée par une roche arenacée qui a beaucoup de rapport avec le grès bigarré. L'or du Llano est en petits grains aplatis ; il a une teinte rougeâtre particulière, qui lui a fait donner le nom de *oro colorado.*

Or natif........	$10^g,00$	passés avec 100 gr. de plomb.
Argent fin.......	24 ,95	
	34 ,95	
Poids du bouton..	34 ,65	
Matières scorifiées.	0 ,30 ;	cuivre ?

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet...	$34^g,65$			
Argent fin.......	24 ,95			
Or et argent.....	9 ,70			
Or en cornet. ...	8 ,60	88,58	8 at. d'or.	88,04 ;
Argent.........	1 ,10	11,42	1 at. d'arg.	11,96.
		100,00		100,00.

*Ag . Au*⁸.

Or natif de la Baja. Cet échantillon m'a été donné par M. Stephenson, qui l'a rapporté de la mine d'alluvion de la Baja, près Pamplona. Sa structure est poreuse ; il renferme quelques particules de quartz et d'oxide de fer.

Or natif......	$14^g,70$	passés avec 140 gr. de plomb.
Argent fin......	28 ,70	
	43 ,40	
Poids du bouton.	42 ,20	
Matièr. scorifiées.	1 ,20.	

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet..	$42^g,20$			
Argent fin......	28 ,70			
Or et argent....	13 ,50			
Or en cornet....	11 ,90	88,15	8 at. d'or.	88,04 ;
Argent.........	1 ,60	11,85	1 at. d'arg.	11,96.
		100,00		100,00.

*Ag . Au*⁸.

Or natif de Ojas-Anchas. Provient d'une mine d'alluvion de la province d'Antioquia ; il est en feuilles d'un jaune rougeâtre.

Or natif.........	14g,30	passés avec 130 gr. de plomb.
Argent fin.......	28 ,30	
	42 ,60	
Poids du bouton..	41 ,80	
Matières scorifiées.	00 ,80.	

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet...	41g,80			
Argent fin.......	28 ,30			
Or et argent.....	13 ,50			
Or en cornet.....	11 ,40	84,5	6 at. d'or.	84,71 ;
Argent..........	2 ,10	15,5	1 at. d'arg.	15,29.
		100,0		100,00.

$Ag . Au^6$.

Or natif de la Trinidad, près Santa-Rosa de Osos. Sous forme d'une petite pepite du poids de 50 grains, couleur assez foncée; il vient d'une mine d'alluvion.

Or natif........	13g,35	passés avec 135 p. de plomb.
Argent fin......	31 ,85	
	45 ,20	
Poids du bouton.	45 ,20.	

Départ :

		Pour 100 p.	Théoriquement,	
Poids du cornet..	45g,20			
Argent fin......	31 ,85			
Or et argent....	13 ,35			
Or en cornet....	11 ,00	82,4	1 at. d'or.	82,14 ;
Argent.........	2 ,35	17,6	1 at. d'arg.	17,86.
		100,0		100,00.

$Ag . Au^5$.

Or natif de Transylvanie (Europe). En cristaux cubiques d'un jaune très-pâle.

Or natif........	$6^g,20$	passés avec 45 p. de plomb.
Argent fin......	8 ,50	
	14 ,70	
Poids du bouton.	14 ,70	

Départ :

		pour 100 p.	Théoriquement.	
Poids du cornet..	14 ,70			
Argent fin	8 ,60			
Or et argent	6 ,20			
Or en cornet.....	4 ,00	64,52	2 at. d'or.	64,77;
Argent.........	2 ,20	35,48	1 at. d'arg.	35,23.
		100,00		100,00.

*Ag. Au*².

C'est l'électrum de Klaproth, dans lequel il a trouvé :

Or......	64;
Argent...	36.
	100.

Or natif de Santa-Rosa de Osos, province d'Antioquia. C'est une très-belle pepite du poids de 710 grains; je l'ai rapportée de Santa-Rosa; elle a été trouvée dans une mine d'alluvion. L'or de cette pepite a une couleur jaune pâle tirant sur le vert.

A la température de 15,5 cent., il pèse 14,149.

Or natif.........	$10^g,90$	passés à la coupelle avec 106 gr. de plomb.
Argent fin.......	24 ,70	
	35 ,60	
Poids du bouton..	35 ,25	
Matières scorifiées.	0 ,35	

Départ :

Poids du cornet . .	35g,25			
Argent fin	24 ,70			
		Pour 100 p.	Théoriquement.	
Or et argent.	10 ,55			
Or en cornet. . . .	6 ,85	64,93	2 at. d'or.	64,77 ;
Argent	3 ,70	35,07	1 at. d'arg.	35,23.
		100,00		100,00.

$Ag . Au^2$.

Cette variété d'or est encore identique, par sa composition, avec l'électrum.

Dans les analyses ci-dessus, on a constamment rencontré un atome d'argent uni à plusieurs atomes d'or. Cependant il paraît qu'il peut exister des combinaisons dans lesquelles une proportion d'or se trouverait combinée à plusieurs proportions d'argent; ainsi l'argent aurifère de Schlangberg en Sibérie, dans lequel le docteur Fordice a trouvé :

Or.	28(1),
Argent. . .	72,
	100,

pourrait bien être un aurure composé de :

Or	1 at.	31 ;
Arg.	2 at.	69 ;
		100 ;

et sous ce point de vue, l'argent aurifère mériterait d'être examiné de nouveau.

(1) *Philips. Mineralogy*, p. 324.

Jusqu'à présent le plus grand nombre d'atomes d'or que j'aie trouvé unis à un atome d'argent est 8 ; mais il est vraisemblable que ce nombre peut s'élever jusqu'à 12. Du moins un essayeur m'a-t-il assuré que pendant une pratique de plus de quarante années, il avait observé que l'or natif argentifère le plus riche qu'on apporte à l'Hôtel des Monnaies de Bogota, est ordinairement au titre de 22 kilats ; ce qui revient à dire qu'il contient :

Or. . . . . $\frac{22}{24} = 0{,}92 =$ 12 atomes.
Arg. . . . $\frac{2}{24} = 0{,}08 =$ 1 atome.
$Ag . Au^{12}$.

On désigne assez généralement l'or natif argentifère par le nom d'*alliage naturel ;* l'idée d'alliage entraîne avec elle celle de fusion, et cependant nous n'avons aucune raison de supposer que cette combinaison ait été produite par le feu ; il y a même plusieurs considérations de gisement qui semblent s'opposer à une telle supposition, par exemple, l'existence de l'or natif dans le persulfure de fer, le fer hydraté, le manganèse carbonaté, substances qui toutes sont susceptibles d'être modifiées par la chaleur. Si, malgré ces considérations et en faisant intervenir la compression, on persistait dans l'hypothèse d'une origine ignée, il faudrait admettre une circonstance particulière qui eût présidé à la formation de l'alliage natif : telle serait celle d'un refroidissement lent ; on rendrait ainsi raison de la cristallisation de l'or natif et, par cela même, de sa faible densité ; car on observe constamment que la pesanteur spécifique de l'or natif argentifère, est inférieure à celle que l'on calcule d'après les quantités respectives d'or et d'ar-

gent qui entrent dans sa composition ; tandis que si on le fond, l'alliage fondu possède alors une densité seulement un peu inférieure à la moyenne des deux métaux. Ainsi :

L'or de Marmato pèse 12,666 ; par
le calcul on a .... 16,931.
L'or de Malpaso... 14,706; calculé, 18,223 fondu, 1.81.
L'or de Santa-Rosa. 14,149; calculé, 16,175.

J'avais d'abord attribué la faible densité de l'or natif argentifère, à la présence de quelques vides dans l'intérieur des échantillons sur lesquels j'avais opéré ; mais comme je l'ai également observée sur des variétés d'or en poudre fine ou en minces lamelles, il me paraît évident qu'elle est due à la structure cristalline de l'or natif.

Mariquita, août 1826.

Sur *une nouvelle Classe de Phénomènes électro-chimiques.*

Par M. Léopold Nobili.

(Deuxième Article.)

Parmi les phénomènes électro-chimiques que j'ai observés en dernier lieu, les apparences les plus remarquables et les plus variées, se sont montrées au pôle positif, où les substances électro-négatives venaient se déposer en couches minces, quand elles se trouvaient

dans les circonstances que j'ai indiquées dans la première série de mes expériences. En poursuivant les mêmes recherches, j'ai réussi à obtenir au pôle négatif, des phénomènes tout aussi apparens et de nature à permettre d'établir une comparaison plus exacte entre les effets des deux pôles. J'y suis parvenu par deux moyens: l'un consiste à accroître la force du courant; l'autre, qui est beaucoup plus efficace, est de mêler ensemble deux ou trois solutions. Je vais décrire sans autre préambule les résultats que j'ai obtenus par ces deux procédés; je rapporterai ensuite les effets produits de la même manière par quelques substances animales et végétales.

Préparations chimiques.

Acètate de cuivre et sel de nitre. Sur l'argent négatif, il y a au centre le brillant métallique, ensuite une série de cercles concentriques dans l'ordre suivant : deux petits cercles d'un vert peu chargé, un blanc, un rouge, un verdâtre, et une zone de cuivre d'un beau rouge de feu. Cette zone est environnée d'un cercle azuré marqué de lignes rayonnantes, comme le serait un cercle gradué; ces rayons s'étendent jusque sur le cercle de cuivre. Ensuite vient une seconde zone cuivrée, plus large que la première, mais également brillante, entourée d'un cercle d'un beau vert qui termine la figure. — Sur l'or et sur le platine, mêmes apparences. Il importe, pour la réussite de l'expérience, que les lames ne soient pas très-polies.

Acétate et sulfate de cuivre. Sur le platine négatif, on voit au centre une teinte obscure, qui paraît être de l'oxide de cuivre; ensuite un cercle clair de platine à nu,

puis une zone azurée, un cercle vert, et enfin une auréole très-brillante de cuivre. Si l'on essuie la surface, les couleurs vertes et azurées disparaissent, et il ne reste sur la lame qu'une couche de cuivre partagée en deux teintes plus ou moins rouges.

Acétate de cuivre et sulfate de soude. Sur le platine négatif, on aperçoit du blanc au centre, puis un cercle azuré, un rouge, un rouge plus foncé, et deux zones cuivrées couleur de feu, mais l'une plus vive que l'autre. Le tout est entouré d'une auréole bleue. — Sur l'argent négatif, une série élégante de cercles concentriques, analogue à la précédente, mais diverse quant à l'ordre et à la qualité des couleurs.

Acétates de cuivre et de baryte. Sur l'argent négatif : une grande et belle zone d'un jaune pâle, autour d'une autre zone rouge séparée de la première par un cercle blanc qui est l'argent mis à nu. La partie centrale est occupée par de petits cercles tirant sur le jaune, qui sont divisés par un ou plusieurs filets noirs. — Sur le platine négatif : une disposition analogue, mais qui diffère par quelques-unes des teintes.

Acétate de cuivre et sel commun. Sur le platine négatif : revivification du cuivre, qui disparaît à vue d'œil, à l'instant où on interrompt le circuit. — Sur le platine positif aucune apparence. — Sur l'argent négatif : une série de cercles concentriques, auxquels fait place une zone d'un beau blanc de lait. Ces cercles sont si peu adhérens qu'ils disparaissent au moindre frottement.

Acétate de cuivre et urine. Sur l'argent négatif ; revivification du cuivre en zones concentriques qui s'effacent peu à peu, après qu'on les a soustraites à l'action

de la pile. — Sur l'or et le platine négatifs, revivification du cuivre en zones évanouissantes.

Acétates de cuivre et de potasse. Sur l'argent négatif, revivification du cuivre en cercles concentriques, peu brillans et peu variés.

Sulfates de cuivre et de soude. Sur l'argent négatif, disposition analogue à celle que donnent l'acétate de cuivre et le sulfate de soude.

Sulfate de manganèse et de soude. Sur le platine négatif, une couche blanche composée de petites bulles qui se dissipent lorsqu'on retire la lame de la solution.

Sulfate de cuivre et sel commun. Sur l'argent négatif, cercles concentriques qui remplacent une zone d'un blanc de lait, comme dans l'expérience où l'on emploie du cuivre et du sel commun. Il faut remarquer que dans ces deux cas la lame d'argent est un peu attaquée par la solution. — Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles évanouissans.

Sulfate de cuivre et nitre. Sur l'argent négatif, une belle revivification du cuivre en cercles concentriques vivement colorés vers la région centrale; tout autour une large auréole jaune pâle divisée par un cercle d'argent. En peu de temps, les divers cercles prennent une teinte verte qui embellit le phénomène. — Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles concentriques permanens.

Sulfate de cuivre et hydrochlorate de potasse. Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles concentriques peu durables, de teintes variées. — Sur l'argent négatif, quatre cercles bien distincts; le premier, vers le centre, d'oxide de cuivre, le second de

cuivre pur, le troisième vert, et le quatrième blanc de lait.

Sulfate de cuivre et hydrochlorate de baryte. Les deux solutions agissent chimiquement l'une sur l'autre; néanmoins elles produisent sur l'argent négatif les mêmes apparences que les précédentes. — Sur le platine négatif, revivification du cuivre en une petite zone autour de deux cercles azurés.

Hydrochlorate de cuivre. Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles de deux teintes, environnés d'une zone lactée. Si l'on frotte légèrement la surface, il ne reste qu'une zone cuivrée parsemée de filets d'oxide, et divisée par un cercle plus obscur.

Hydrochlorates de cuivre et de baryte. Sur le platine négatif, phénomène analogue au précédent.

Hydrochlorate de cuivre et d'ammoniaque. Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles évanouissans, qui ne laissent qu'une faible trace. — Sur l'argent négatif, une belle revivification de cuivre en cercles concentriques, qui succèdent à d'autres différens. Le cuivre disparaît rapidement aussitôt que l'action de la pile cesse.

Hydrochlorate d'or et de soude (muriate triple d'or, des pharmaciens). Sur le platine négatif, revivification de l'or en cercles concentriques colorés comme il suit: au centre un petit cercle rouge obscur, puis un autre couleur de cuivre, un troisième rougeâtre, un quatrième couleur de cuivre, et enfin quatre ou cinq cercles jaune pâle. — Sur l'or négatif; un cercle rouge obscur au centre, puis un jaune, un vert, et un jaune qui passe vers son bord externe à la couleur de celui du centre.

Hydrochlorate d'ammoniaque et ammoniure de cuivre. Sur le platine négatif; revivification du cuivre en cercles évanouissans.

Hydrochlorates de cobalt et d'ammoniaque. Sur l'argent négatif, une belle série de cercles diversement colorés au moment de leur formation : bientôt ils s'affaiblissent, et quelques-uns changent de teinte.

Hydrochlorates de cobalt et de chaux. Sur le platine négatif, on découvre des cercles qui s'évanouissent à peine formés, puis un voile blanchâtre qui ternit la surface du métal, et se dissipe en un moment. — Sur l'argent négatif, même phénomène.

Nitrate de cuivre et hydrochlorate de chaux. Sur le platine négatif, des cercles qui disparaissent à peine formés. — Sur l'argent négatif; revivification du cuivre analogue aux précédentes, mais qui s'altère très-promptement.

Nitrates de cuivre et de chaux. Sur l'argent négatif, une tache noire au centre, puis deux zones de cuivre foncées, et une large bande de cuivre terminée par une teinte brunâtre. — Sur le platine négatif, même phénomène.

Nitrates de cuivre et de potasse. Sur l'argent négatif; comme dans le cas précedent. — Sur le platine négatif, même phénomène, à la permanence près.

Nitrate de chaux et hydrochlorate de potasse. Sur l'argent négatif; des cercles concentriques, qui viennent remplacer une zone d'un beau blanc de lait, comme dans d'autres cas analogues. — Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles qui disparaissent lentement.

Acétate de mercure et sel de nitre. Sur le platine et l'or négatif; voile fugace qui s'étend sur le métal et disparaît.

Acétate de cuivre, sulfate de cuivre et sel de nitre. Sur le platine négatif, plusieurs cercles formant deux zones, l'une interne cuivrée et couleur de feu; l'autre, externe bleue. Le centre est occupé par plusieurs cercles très-distincts et diversement colorés.

Acétate de cuivre, sulfate de cuivre, et hydrochlorate de potasse. Sur le platine négatif, revivification du cuivre en cercles qui disparaissent immédiatement, et laissent à peine une trace. — Sur l'or négatif; de même. — Sur l'argent négatif; une série de cercles concentriques disposés comme il suit : au centre un petit cercle obscur, qui paraît formé par l'oxide de cuivre; puis un cercle de cuivre tirant sur la couleur de chair, un filet, une zone noirâtre, et enfin une zone lactée, entourée d'une auréole de diverses couleurs. Le phénomène se maintient intact, quand on l'expose à l'action de la pile pendant un temps médiocre. Une légère couche d'acide sulfurique ne laisse subsister qu'une zone de cuivre, à l'entour d'un cercle blanc.

Acétate de cuivre, sulfate de cuivre et hydrochlorate de soude. Sur l'argent négatif; disposition analogue à la précédente. — Sur l'or et l'argent négatifs, revivification du cuivre en cercles évanouissans.

Nitrate de cuivre, et hydrochlorates de cobalt et de chaux. Sur le platine négatif, revivification des bases métalliques en couches concentriques évanouissantes. — Sur l'argent négatif; disposition analogue à celles des cas précédens.

Substances animales.

Urine. Sur l'argent positif, on voit un point de couleur terreuse au centre, puis deux ou trois cercles d'une teinte azurée très-délicate, et ensuite divers iris bien distincts, quoique faibles de couleur.

Partie séreuse du sang humain. Sur le platine et l'or positifs, aucun phénomène. — Sur l'argent positif, il y a vers le centre quelques cercles cendrés, puis une zone d'argent très-brillante, et une série d'iris d'une grande vivacité, dont le dernier se perd en une teinte violacée. L'action de la chaleur rougit ces iris. — Sur l'or, le platine et l'argent négatifs; il se dépose une substance blanchâtre non adhérente.

Lait de vache. Sur le platine positif; aucun phénomène. — Sur l'argent positif; au centre un point obscur, puis une série de petits cercles faibles et lactés, un cercle d'argent, et enfin un ou deux iris où manque le rouge. Le phénomène a une certaine analogie avec celui que donne la substance précédente, mais il s'en distingue pourtant assez bien. — Sur l'argent négatif; une matière blanchâtre.

Albumen de l'œuf de poule. Sur l'argent positif; au centre une matière blanchâtre, divisée en deux ou trois cercles, plus ou moins obscurs, puis une zone d'argent, et enfin deux ou trois iris.

Jaune du même œuf. Sur l'argent positif; phénomène tout-à-fait semblable au précédent.

Salive. Sur l'argent positif; une série d'iris formant un cercle jaunâtre qui distingue cette apparence de la

précédente. Ce cercle, sous l'action continue de la pile, devient bleu et pourpré.

Sang de poule frais. Sur l'argent positif; disposition analogue à celle qui a lieu dans l'albumen, avec laquelle je l'ai immédiatement comparée. Ici les iris tendent à passer au vert ou au jaune.

Bile de cochon. Sur l'argent négatif; au centre matière obscure vers l'intérieur et jaune en dehors; puis quelques cercles diversement colorés, terminés par un iris bien distinct, qui se fond en une zone bleue. Entre l'iris et les cercles internes est une zone d'un beau rose.

Bile humaine. Sur l'argent positif; même phénomène que dans le cas précédent.

Humeurs de l'œil d'un cochon. 1°. Humeur aqueuse; sur l'argent positif, il y a vers le centre des cercles un peu confus, qui se terminent distinctement par un cercle de couleur lactée; puis une zone d'argent à nu, et enfin plusieurs iris très-vifs.—2°. Humeur cristalline; sur l'argent positif, apparence confuse à cause de la viscosité de l'humeur. Etendue dans un peu d'eau distillée, et passée au travers d'un petit linge, elle a produit un phénomène plus distinct et composé de cercles passablement colorés. Au centre se dépose une couche de matière blanche, semblable à une membrane, qui glisse sur la lame et paraît dépendre de l'inclinaison de la surface. — 3°. Humeur vitrée; sur l'argent positif, apparence semblable à celle de l'humeur aqueuse, à la réserve du cercle lacté qui manque.

Substances végétales.

Suc de carote. (*Dancus carota.* Linn.) Sur l'argent positif, centre obscur entouré de deux cercles, l'un jaunâtre, l'autre verdâtre; puis diverses zones fortement colorées.

Suc d'oignon. (*Allium cepa.* Linn.) Sur l'argent positif, un point noir, au centre de deux cercles qui tirent, l'un sur le jaune, et l'autre sur l'azur; puis divers autres cercles faiblement colorés.

Suc de persil. (*Apium petroselinum.* Linn.) Sur l'argent positif, un point obscur au centre, entouré d'une matière blanchâtre et verte; ensuite deux beaux iris, dont l'un est plus fort que l'autre, séparés de la région du centre, par une zone couverte d'un voile si transparent qu'elle se distingue à peine de l'argent pur. La chaleur donne aux iris une vivacité et un éclat extraordinaires.

Suc de raisin. Sur l'argent positif, centre obscur environné de diverses teintes bleuâtres.

Suc d'ail. (*Allium sativum.* Linn.) Sur l'argent positif, un point obscur au centre de deux petits cercles : le premier blanc de lait, le second vert, environnés d'une zone jaune, sur le contour de laquelle commence une faible teinte violacée. Cette apparence ne peut se confondre avec aucune autre.

Suc de pomme. Sur l'argent positif, tache noire au centre, environnée de plusieurs cercles faiblement colorés.

Suc de raifort. (*Raphanus sativus.* Linn.) Sur l'argent positif, au centre un point obscur, puis un petit

cercle blanc, une zone verdâtre terminée par un cercle blanc, une zone verdâtre terminée par un cercle bleu, ensuite un ou deux cercles d'un beau jaune d'or, et enfin quelques iris assez faibles.

Suc de chou-pommé. (*Brassica oleracea, capitata, sabanda.* Linn.) Sur l'argent positif, un point blanc au centre, puis un cercle verdâtre, un second obscur, enfin un iris très-brillant dans lequel domine le jaune, et qui se fond en une teinte bleue.

Suc des feuilles de céleri. (*Apium graveolens dulce.* Linn.) Sur l'argent positif; vers le centre deux matières diverses, l'une grise et l'autre verte; puis ensuite divers ordres d'iris.

Betterave. (*Beta vulgaris.* Linn.) 1°. Suc du tubercule. Sur l'argent positif, au centre un point rouge environné de quatre cercles, le premier jaune, le second bleu, le troisième rouge, et le quatrième vert; plus loin deux ou trois beaux iris. 2°. Suc des feuilles. Sur l'argent positif, même phénomène, sauf quelques variantes dans les cercles du milieu.

Endive. (*Chicorium endivia.* Linn.) 1°. Suc de racines. Sur l'argent positif, au centre une matière blanche, environnée d'une autre matière d'un vert obscur; puis divers cercles faiblement colorés. — 2°. Suc des feuilles. Sur l'argent positif, au centre un point rougeâtre, puis un petit cercle jaunâtre, suivi d'un plus grand de couleur verte, et enfin deux fort beaux iris.

Chou. (*Brassica oleracea.* Linn.) 1°. Suc de la moëlle des racines. Sur l'argent positif, au centre un point obscur, puis un cercle blanc, suivi d'une zone verdâtre, et enfin plusieurs autres zones faiblement co-

lorées et tirant sur le violet. — 2°. Suc des fleurs, étendu d'un peu d'eau distillée. Sur l'argent positif, le centre rougeâtre, puis deux petits cercles, le premier bleu, le second vert obscur, et enfin des zones faibles et violacées comme ci-dessus. — 3°. Suc des feuilles. Sur l'argent positif, au centre un point rougeâtre, entouré de deux cercles, l'un jaune et l'autre vert; puis des zones comme celles des deux cas précédens, mais un peu plus colorées.

Héliotrope d'hiver. (*Tussilago fragrans.* Villars.) 1°. Suc des racines. Sur l'argent positif, au centre un cercle rouge obscur, puis deux autres, l'un jaunâtre, l'autre tirant sur le gris, et quelques zones bleuâtres très-faibles. — 2°. Suc du pédoncule. Sur l'argent positif; le centre obscur environné d'un cercle blanc; puis divers ordres d'iris extrêmement déliés, et pourtant très-nettement colorés. — 3°. Suc des feuilles. Sur l'argent positif, le centre obscur, entouré de deux cercles bleus, l'un plus clair que l'autre; puis deux iris vivement colorés.

Ici finit la seconde série de mes expériences. Elle est un peu plus étendue que la première, mais son étendue même fait voir la grandeur des lacunes qui restent à remplir. Les expériences de ce genre n'ont pas de limites plus précises que les trois règnes eux-mêmes. Ce n'est point par pure curiosité, mais par des motifs plus importans, que j'ai cru devoir passer de nouveau en revue toutes les substances qui peuvent se décomposer par le moyen de la pile. Les réflexions que j'ajoute ici à mes résultats, feront mieux ressortir ces motifs.

La première circonstance à remarquer, est la différence qui existe entre les deux pôles, relativement à la faculté de se couvrir de matières. En général, le pôle positif l'emporte beaucoup à cet égard sur le pôle négatif ; et cette différence, déjà notable quand on emploie les produits chimiques, devient, pour ainsi dire, excessive pour les productions organiques.

On augmente en général l'effet du pôle négatif, non-seulement en renforçant le courant, mais encore en ajoutant aux sels métalliques, quelqu'autre sel à base alcaline. Ces derniers, essayés seuls, ne laissent pas de traces sur les lames destinées à recevoir leurs bases, soit que ces bases disparaissent avant d'arriver à leur destination, soit qu'elle se déposent en couches si minces que l'œil ne peut les distinguer. Unis aux sels de cuivre, ils exercent une action très-sensible ; non-seulement les apparences deviennent plus étendues, mais elles sont aussi plus variées et plus brillantes. Les bases de nature alcaline, c'est-à-dire, les nouveaux métaux, plus faciles peut-être à transporter par le courant électrique, rendent plus mobiles les autres bases auxquelles il paraît qu'elles s'unissent d'une manière plus ou moins permanente. On pourrait en dire autant de ces diverses revivifications qui, obtenues avec les sels de potasse, de soude et de chaux, disparaissent à peine formées, prenant ainsi le caractère de fugacité qui distingue les nouveaux métaux.

Ces observations confirmées par un plus grand nombre d'expériences, conduiront probablement à reconnaître dans les substances placées aux deux extrémités de l'échelle électro-chimique, une nouvelle propriété,

celle d'être *plus facilement transportables par le courant électrique*. Pour l'extrémité négative, nous avons l'observation générale des phénomènes principaux obtenus aussi facilement au pôle positif qu'à l'autre, pour l'extrémité positive, nous avons l'agrandissement des effets obtenus à l'autre pôle par le secours des sels ayant pour base quelqu'un des nouveaux métaux placés, comme ils le sont tous, à l'extrémité électro-positive de l'échelle électro-chimique. Si l'on parvient à établir cette nouvelle propriété, elle sera sans doute d'une grande utilité pour expliquer plusieurs particularités de la pile, parmi lesquelles j'indiquerai la direction des mouvemens qui naissent, dans certaines circonstances, au milieu de quelques-uns des liquides conducteurs (1).

Les cas dans lesquels les substances électro-positives et électro-négatives s'attachent visiblement aux pôles vers lesquels elles sont transportées, sont tellement fréquens qu'il devient raisonnable de supposer qu'il en reste toujours un voile mince, là même où l'œil n'en peut distinguer aucune trace. Il paraîtrait ainsi très-probable que les polarités électriques manifestées par

---

(1) On connaît les mouvemens giratoires inverses que le courant électrique détermine dans l'acide sulfurique et dans la solution de carbonate de potasse, quand on fait passer un peu de mercure dans ces deux liquides. Je fais ici spécialement allusion à ces sortes de mouvemens, découverts d'abord par M. Erman, et étudiés ensuite avec beaucoup de soin par M. Herschel en Angleterre, et par MM. Orioli et Prandi en Italie.

les lames de platine, après qu'elles ont fait office de pôle sur la pile, sont dues à la seule présence de ces couches. Peut-être est-ce là la seule cause de la charge des piles secondaires de Ritter. Je rappellerai à cette occasion les observations de MM. De La Rive et Marianini relativement à la force électro-motrice, qu'acquièrent les lames placées comme pôles dans les circuits voltaïques : ils ont reconnu que cette force était tellement inhérente à la surface de ces lames, qu'elle n'était pas même détruite par le frottement : pour les ramener de suite à leur état naturel, il a fallu employer la chaleur. C'est précisément là ce qui arrive à quelques-unes des couches minces qui s'attachent aux lames, dans mes expériences : elles résistent plus ou moins à l'action du frottement.

Le petit nombre de substances animales et végétales que j'ai jusqu'à présent mises en expérience, ne m'ont présenté des phénomènes élégans qu'au pôle positif. Ce n'est cependant pas une raison de négliger l'étude de l'autre pôle ; car il s'y dépose souvent assez de matière pour qu'elle fournisse un ample sujet de recherche au chimiste aussi-bien qu'au physiologiste et au botaniste. J'ignore jusqu'à quel point on pourra pousser l'analyse des substances qui s'accumulent en certaine quantité sur le centre des lames ; il me semble que, dans tous les cas, il s'en trouve suffisamment pour une analyse délicate, et plus qu'il n'en faudrait pour des observations au microscope.

Les apparences qui s'obtiennent au pôle positif, dans la décomposition des substances animales et végétales, sont en général beaucoup plus belles et plus vives que

celles qui se produisent dans les solutions chimiques. Il y a là une ligne de séparation entre la nature organique et la nature inorganique.

Les dispositions obtenues avec des substances organiques, ont souvent beaucoup de rapport entr'elles, quand on compare leurs portions les plus brillantes, telles que les iris qui entourent la région centrale : toutefois on remarque dans ces portions mêmes des différences qui caractérisent chaque substance. Dans les substances végétales, le dépôt du centre se présente sous l'aspect d'un *œil* qui diffère, pour l'étendue et pour les couleurs, d'une substance à l'autre. Je pense qu'il conviendra de se familiariser d'abord avec ces formes, afin de les classer ; alors on pourra ajouter aux caractères physico-chimiques déjà connus des substances, ceux qui résultent de leurs apparences électro-chimiques. Ce développement sera spécialement avantageux aux règnes organiques dans lesquels l'analyse chimique a fait si peu de progrès.

La saison ne m'a permis d'éprouver qu'un petit nombre de sucs végétaux. Ces expériences ont fait ressortir une différence notable entre les couleurs produites par les sucs des feuilles et par ceux des racines : ces dernières sont en général très-faibles en comparaison des premières. Je verrai, au printemps prochain, si cette loi est générale, ou si elle appartient seulement à quelques espèces. En attendant, je la consigne pour qu'elle serve de guide aux physiciens auxquels il conviendrait de se livrer à ce genre d'observations.

Les couleurs que déposent au pôle positif les substances organiques, sont si belles et si variées, qu'elles

aident à concevoir l'immense variété qui distingue à cet égard les deux plus beaux règnes de la nature. Une espèce, ou au plus deux ou trois espèces d'élémens électro-négatifs, introduits en couches minces entre les tissus organiques des parties colorées d'un individu, pourraient suffire pour expliquer leurs diverses colorations. Les couleurs du règne végétal et du règne animal, sont en général plus vives et plus variées dans les zones géographiques chaudes, que dans les zones froides; la chaleur varie l'aspect de nos phénomènes électro-chimiques, et en ravive souvent les couleurs d'une manière surprenante : c'est là un nouveau point de rapport qui n'est peut-être pas indigne d'être consigné dans la partie philosophique de l'histoire naturelle.

Plusieurs solutions chimiques offrent des phénomènes remarquables aussi-bien du côté positif que du côté négatif de la pile. Pour obtenir les deux apparences, j'ai coutume d'employer deux lames que je soumets, l'une après l'autre, à l'action de la pile, en intervertissant pour le second cas le courant employé pour le premier. Ce procédé m'a paru le plus commode et le plus expéditif. Cependant il peut être bon d'obtenir les deux apparences en une seule fois, sur la même lame. Je me sers alors de la disposition indiquée dans la planche ci-jointe, fig. 5. La ligne *AB* est la lame destinée à recevoir les phénomènes produits aux deux pôles; elle est placée horizontalement dans un vase qui contient la solution. *PN*, *P′N′*, sont deux piles de douze élémens ou plus, construites à la manière de Wollaston, avec lesquelles communiquent les extrémités *A*, *B*, de la lame; cette double communication est établie de façon que, si l'une

a lieu de l'extrémité *A*, par exemple, au pôle positif *P* de la première pile, l'autre a lieu entre l'autre extrémité *B* et le pôle négatif *N'* de la seconde pile. *Nn* et *P'p* sont deux fils isolés jusqu'au bout, qui communiquent avec les deux autres pôles des piles, et descendent l'un et l'autre jusqu'à une petite distance de la lame *AB*. C'est vis-à-vis des pointes *n* et *p* des fils que se forment sur la lame les deux apparences. Pour que les deux phénomènes ne se troublent pas réciproquement, il convient de laisser un certain intervalle entre les pointes *n* et *p*. Cette disposition, qui offre un moyen de comparer immédiatement les deux résultats, a un autre avantage, qui est de permettre l'examen de ce qui se passe à la rencontre des élémens électro-positifs et électro-négatifs ; rencontre qui a lieu toutes les fois que les pointes *n* et *p* se rapprochent assez pour ne pas laisser entr'elles, sur la lame, l'espace nécessaire au développement de chacune des apparences. Selon les notions de la théorie électro-chimique, ne devrait-il pas alors y avoir une combinaison entre des élémens placés, à ce qu'il semble, dans des circonstances très-favorables à leur union ? Je n'ai jusqu'à présent aperçu aucune combinaison pareille ; j'ai simplement observé un effet mécanique, qui est une sorte de compression des deux figures, lorsque les cercles de l'une entraient dans la région des cercles de l'autre. Mais j'ai peu étudié cette espèce de conflit : je consigne seulement le fait, parce que, mieux étudié, il peut conduire à quelques nouveaux résultats.

Lorsqu'on a obtenu l'apparence qui correspond à l'action d'un pôle, on peut la faire disparaître, si ce n'est

en totalité, au moins en partie, en intervertissant le sens du courant. Cette inversion fait naître quelquefois de nouvelles couleurs qui changent le caractère de l'apparence primitive ; par exemple, les couleurs des iris qui s'obtiennent sur le platine positif au moyen de l'acétate de plomb, s'évanouissent en partie sous l'action d'un courant contraire au premier ; celles qui subsistent acquièrent une teinte verte plus légère.

Lorsqu'on emploie des sels à base de cuivre, ce métal présente souvent au pôle négatif des cercles alternans, de deux teintes rouges, l'une plus chargée que l'autre. J'ai déjà signalé cette circonstance dans mon premier écrit; je la répète actuellement pour ajouter que ces deux teintes, au lieu d'être dues, comme je le pensais d'abord, au cuivre dans les deux états d'oxide et de régule, pourraient bien résulter de quelques couches d'une autre matière électro-positive transportée par le courant sur les points les plus chargés de couleur. Ceci ne regarderait pas la région centrale, où l'oxide de cuivre se montre presque toujours très-distinctement, mais bien les cercles qui entourent cette région.

Dans tous les cas, il y a une telle régularité dans l'ordre selon lequel les substances se déposent sur les lames destinées à les recevoir, que l'électricité semble les conduire au travers d'un voile, qui les séparerait et les dirigerait à temps sur certains points de ces lames (1). Mais

(1) Cette comparaison rappelle les figures de Lichtenberg, mais il ne paraît pas qu'il y ait aucune relation entre ces deux classes de phénomènes.

quels sont précisément les principes qui occupent une situation donnée? La question est délicate, et plutôt de la compétence des chimistes que de celle des physiciens; nous l'adressons particulièrement aux premiers, pour qu'ils y donnent l'attention qu'elle mérite.

(*Biblioth. univ.*)

Reggio, 4 janvier 1827.

ANALYSE *des Séances de l'Académie royale des Sciences.*

Séance du lundi 5 mars 1827.

L'ACADÉMIE s'est réunie à l'heure accoutumée; mais ayant appris la perte qu'elle vient de faire dans la journée, en la personne de M. de Laplace, elle a arrêté que la séance n'aurait point lieu.

Séance du lundi 12 mars.

M. Latreille fait un rapport verbal sur un ouvrage de M. Payradeau intitulé : *Catalogue descriptif et méthodique des Annélides et des Mollusques de l'île de Corse.*

M. Cauchy lit un Mémoire sur la pression ou tension dans les corps solides.

M. de Blainville lit, pour M. Jacobson, un Mémoire sur le développement prétendu des œufs de la moule et de l'anodonte dans leurs branchies.

M. de Saint-Fargeau lit une Notice sur des générations hybrides parmi les espèces du genre volucelle.

M. Navier communique un Mémoire sur le mouvement d'un fluide élastique qui s'échappe d'un gazomètre.

M. Meirieu lit un écrit intitulé : *De la Lithomylie ou Recherches sur la destruction de la pierre dans la vessie par des moyens mécaniques.*

L'Académie nomme deux Commissions au scrutin; l'une, composée de MM. Gay-Lussac, Dulong, Arago, Fourier et Thenard, prononcera sur le mérite des Mémoires envoyés au concours pour la compression des liquides; la seconde, formée de MM. Thenard, d'Arcet, Dulong, Gay-Lussac et Chevreul, décernera le prix que M. Monthyon a fondé en faveur de celui qui rendra un art ou un métier moins insalubre.

Séance du lundi 19 *mars.*

Le Ministre de l'Intérieur adresse un Mémoire de MM. Pihorel et Desmoulins, sur l'autopsie du corps du sieur Drack, qui est mort à Rouen à la suite de la morsure d'un serpent à sonnette.

M. Henry, pharmacien, écrit pour rappeler que c'est lui qui a donné le procédé qu'on suit maintenant dans la préparation du sulfate de quinine; il croit, à ce titre, avoir droit à un des prix Monthyon.

M. Latreille fait un rapport sur un Mémoire de M. Vallot, concernant les Cecidomyes. M. Vallot a été invité à poursuivre ses recherches, à décrire tous les objets avec soin, et à sortir d'un vague que l'état actuel de la science repousse.

MM. Cuvier et Duméril rendent un compte très-

favorable des recherches anatomiques que MM. Milne Edwards et Audouin avaient présentées, sur la circulation dans les crustacés.

M. Biot lit un Mémoire sur la mesure des azimuths dans les opérations géodésiques.

M. Cuvier lit un Mémoire sur le genre de poissons nommé *pogonias*.

M. Geoffroy communique, à ce sujet, des observations qu'il a faites sur certains silures du Nil : ces poissons produisent dans l'intérieur de l'eau un bruit qui est très-sensible au dehors ; ils paraissent se servir pour cela des épines de leurs nageoires.

M. Girard rend un compte verbal de l'ouvrage de M. Lamblardie intitulé : *Observations sur le projet de barrage de la Seine.*

Séance du lundi 26 mars.

M. Scoresby, nommé récemment correspondant, remercie l'Académie ; M. Ségalas dépose un paquet cacheté ; M. Félix Haise présente une nouvelle soupape, propre, suivant lui, à préserver les machines à vapeur de toute explosion.

M. Mathieu rend un compte favorable d'une horloge mue par l'eau, de l'invention de M. Blanc de Grenoble.

M. Du Petit-Thouars lit un Mémoire pour servir à l'histoire des arbres conifères.

MM. Raspail et Robineau Desvoidy communiquent leurs Recherches sur l'histoire naturelle de l'*Alcyonella stagnorum*.

Séance du lundi 2 avril.

Le Ministre de l'Intérieur adresse un Rapport du Préfet du Doubs sur les ossemens qui ont été découverts par M. Buckland, dans les grottes d'Osselles, près Besançon ; M. Levret remet une Note sur les réfractions atmosphériques ; M. Léon Dufour envoie des Recherches anatomiques sur les Labidoures ; M. Lermier, commissaire-adjoint des Poudres et Salpêtres à Bordeaux, dépose un paquet cacheté.

M. Latreille rend un compte avantageux du travail présenté par M. Le Pelletier de Saint-Fargeau, relatif à des générations hybrides.

M. Beudant fait un Rapport favorable sur un Mémoire de MM. Delcros et Rozet, concernant la nature des terrains qui constituent les montagnes de la partie méridionale des étangs de Caronte et de Berre, département des Bouches-du-Rhône. Ce Mémoire fait connaître, en particulier, des dépôts de lignites d'une formation antérieure à celle des dépôts analogues signalés jusqu'ici.

M. Moreau de Jonuès communique des Aperçus statistiques, sur la vie civile et l'économie domestique des Romains au commencement du quatrième siècle de l'Empire.

M. Rozet lit une Notice géognostique sur les environs d'Aix en Provence.

On lit des Expériences de M. Giroux de Buzareingues sur la reproduction des animaux domestiques.

Séance du lundi 9 avril.

Le Ministre de la Maison du Roi transmet un Mémoire de M. Ratienville sur divers moyens économiques de donner aux laines la couleur de bleu de roi foncé, sans employer l'indigo.

M. Bernay adresse une nouvelle Solution du problême des longitudes ; M. Taurinus de Cologne et M. Walsh de Cork, divers Mémoires de mathématiques ; MM. Griffon père et fils, le dessin d'une nouvelle machine ; M. Losana, un Recueil d'observations météorologiques faites à Lombriasco.

M. Gay-Lussac présente un instrument proposé par M. Collardeau, et qui indiquera le nombre d'atmosphères et de parties d'atmosphère, correspondant à la force élastique de la vapeur dans les chaudières des machines à feu.

M. Sturm lit un Mémoire sur l'application du calcul à la détermination de la marche des rayons réfléchis ou réfractés.

M. Damoiseau lit un Mémoire sur les perturbations de la comète de $6\frac{1}{2}$ ans.

L'Académie, sur l'avis affirmatif de la Section de Géométrie, décide qu'il n'y a pas lieu, dans ce moment, à procéder au remplacement de M. Laplace.

Madame de Lanoue avait proposé sous le nom de *café virginal de Geneviève*, une décoction de grains de café non torréfiés, obtenue en vases clos ; M. Deyeux a fait un rapport d'où il résulte que le café virginal ne possède pas les propriétés qu'on lui avait attribuées.

M. Geoffroy Saint-Hilaire lit un Mémoire sur une

réunion monstrueuse des meninges et du vitellus, et sur les effets de ces adhérences observées dans un poulet nouveau-né.

Supplément *à la Note de M.* Despretz *insérée dans le Cahier précédent.*

Plusieurs personnes ayant désiré quelques nouveaux détails sur la Note de M. Despretz, imprimée dans le dernier Cahier des *Annales*, nous donnons ici les explications que ce physicien nous a fournies.

Deux éprouvettes graduées contenaient, l'une, l'air atmosphérique, l'autre le gaz qu'on voulait lui comparer. Elles étaient renfermées toutes les deux dans un grand tube de verre rempli d'eau. Chaque éprouvette plongeait dans un réservoir en partie plein de mercure. Les gaz étaient parfaitement desséchés. Au grand tube de verre était adapté un cylindre en cuivre dans lequel pouvait se mouvoir un piston. En descendant le piston, on comprimait l'eau, et conséquemment le gaz des éprouvettes. La pression étant égale dans tout l'appareil, chaque gaz avait la même élasticité; mais comme le niveau, au commencement de l'expérience, était le même dans les deux éprouvettes et qu'elles avaient d'ailleurs sensiblement le même diamètre, le mercure devait s'élever à une égale hauteur dans chacun des tubes, si les gaz étaient également compressibles : or, c'est ce qui n'arrivait pas. Si l'on excepte l'hydrogène, tous les gaz essayés se comprimaient plus rapidement que l'air : l'inspection seule du mouvement du mercure dans les éprouvettes, le faisait reconnaître. Pour avoir la valeur de la différence, on a calculé, en partant de la loi de Mariotte, la force élastique de chaque gaz par la diminution de volume qu'il a éprouvé. C'est ainsi qu'on a obtenu les nombres de la Note dont il est ici question.

Il y a une autre manière de faire l'expérience, qui consiste à comprimer les différens gaz par une colonne de mercure, et à voir la diminution de volume correspondant à une augmentation de pression. L'auteur a fait construire un appareil de ce genre : il publiera ses résultats aussitôt qu'il les aura suffisamment constatés. Ce second procédé a l'avantage de faire connaître, à quelle pression l'air lui-même s'écarte de la loi de Mariotte.

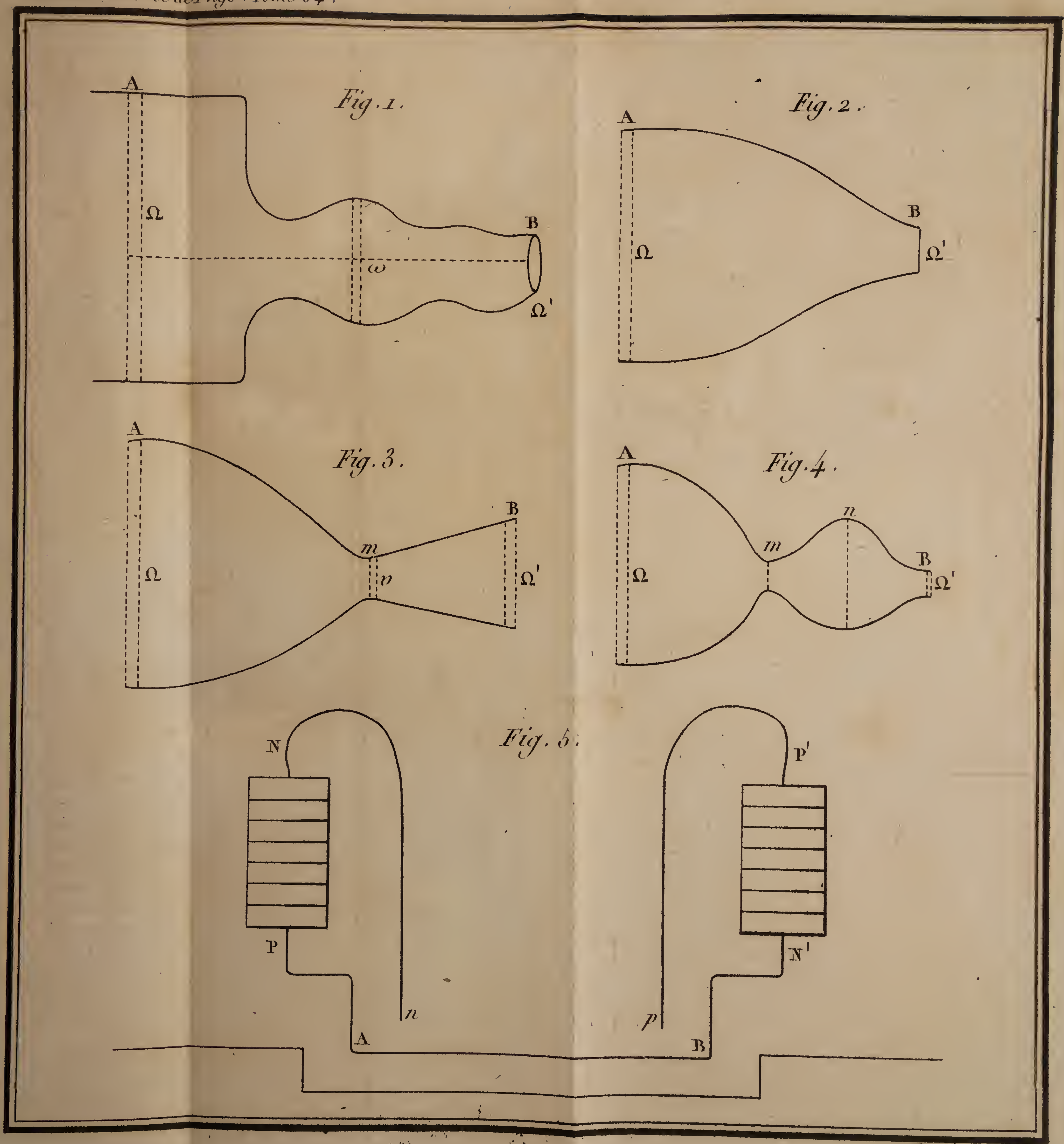
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES. *Avril* 1827.

JOURS.	9 HEURES DU MATIN. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	MIDI. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	3 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	9 HEURES DU SOIR. Barom. à 0°.	Therm. extér.	Hygr.	THERMOMÈTRE. maxim.	minim.	ÉTAT DU CIEL à midi.	VENTS à midi.
1	761,75	+ 7,2		761,95	+ 8,2		761,50	+ 8,0		761,76	+ 5,7		+ 8,2	+ 4,0	Couvert.	N. O.
2	762,96	+ 8,8		762,63	+12,8		761,80	+13,0		761,77	+10,0		+13,0	+ 3,2	Quelques éclaircies.	N. O.
3	761,70	+10,5		761,77	+14,0		760,92	+16,0		761,75	+11,2		+16,0	+ 9,2	Couvert.	O.
4	762,52	+10,5		761 82	+15,3		761,04	+16,3		760,72	+10,9		+16,3	+ 9,0	Très-nuageux.	E.
5	760,72	+13,6		760,20	+18,1		759,36	+19,0		759,32	+14,6		+19,0	+ 6,0	Beau.	E. S. E.
6	758,66	+17,2		758,08	+21,0		757,00	+21,8		757,37	+15,3		+21,8	+ 8,8	Beau.	S.
7	760,65	+12,7		761,18	+15,0		762,03	+13,9		763,55	+10,0		+15,0	+10,0	Couvert.	O. N. O.
8	764,24	+11,4		763,58	+15,3		762,50	+17,0		761,74	+12,5		+17,0	+ 8,5	Vaporeux.	N.
9	759,90	+15,9		758,60	+18,0		757,13	+18,5		755,48	+15,0		+18,5	+ 9,5	Nuageux.	E. N. E.
10	753,20	+15,5		752,77	+20,3		752,20	+15,3		753,48	+12,0		+20,3	+12,0	Légèrement couvert.	N. E.
11	755,20	+14,0		754,98	+18,6		754,60	+17,0		755,10	+13,2		+18,6	+ 7,7	Eclaircies.	S.
12	755,52	+18,3		754,90	+19,8		754,05	+20,3		755,64	+13,4		+20,3	+11,9	Couvert.	S. S E.
13	760,64	+10,0		760,44	+15,0		760,06	+16,2		760,82	+11,6		+16,2	+ 8,7	Nuageux.	N. O.
14	760,50	+12,3		759,90	+14,8		759,26	+15,0		759,28	+10,5		+15,0	+ 6,1	Eclaircies.	N. N. E.
15	759,05	+12,2		758,07	+15,5		757,15	+16,5		757,66	+10,7		+16,5	+ 4,7	Nuageux.	N. O.
16	757,70	+13,5		757,40	+16,3		756,95	+13,4		757,50	+ 9,5		+16,3	+ 5,5	Couvert.	N. O.
17	757,00	+10,7		756,36	+12,2		755,85	+13,5		755,65	+10,2		+13,5	+ 4,0	Nuageux.	E. N. E.
18	754,67	+10,5		753,93	+13,1		753,02	+13,0		752,48	+ 9,0		+14,1	+ 6,5	Très-nuageux.	O.
19	750,17	+10,7		749,30	+13,3		748,18	+12,5		747,97	+ 8,7		+13,3	+ 5,7	Eclaircies.	O.
20	746,90	+11,1		745,75	+15,1		744,10	+16,3		743,20	+15,8		+16,3	+ 2,3	Nuageux.	E. N. E.
21	742,23	+15,0		742,27	+18,5		742,30	+15,5		743.68	+11,2		+18,5	+10,5	Couvert.	E. S. E.
22	745,75	+ 9,5		745,70	+10,5		745,48	+ 7,5		747,00	+ 5,3		+10,5	+ 5,3	Couvert.	O.
23	747,58	+ 3,1		747,94	+ 4,7		747,93	+ 6,0		748,80	+ 4,7		+ 6,4	+ 2,0	Très-couvert.	N. N. O.
24	749,90	+10,5		749,90	+11,9		749,87	+ 6,0		750,44	+ 6,0		+12,3	+ 3,8	Quelques éclaircies.	S. O.
25	755,37	+10,2		755,30	+12,6		755,14	+14,0		755,36	+ 9,5		+14,0	+ 3,2	Couvert.	S.
26	758,63	+ 9,5		759,84	+12,1		760,97	+12,2		764,03	+ 9,0		+12,3	+ 6,0	Couvert.	N.
27	765,06	+11,4		764,06	+13,1		762,74	+14,5		761,38	+ 9,8		+14,5	+ 2,5	Légères vapeurs.	N. E.
28	758,43	+15,2		757,70	+17,5		756,50	+20,2		756,24	+15,5		+20,6	+ 7,5	Beau.	E. S. E
29	757,90	+19,0		758,00	+21,0		757,48	+20,7		758,07	+14,8		+21,0	+ 9,7	Beau.	S. S E.
30	759,05	+19,1		758,80	+22,5		758,24	+23,3		758,20	+19,2		+23,3	+ 9,3	Beau.	S. S E.
1	760,63	+12,3		760,27	+15,8		759,53	+15,9		759,69	+11,7		+16,5	+ 8,0	Moyennes du 1 au 10.	Pluie en centim.
2	755,73	+12,3		755,11	+15,4		754,32	+15,4		754,53	+11,1		+16,0	+ 6,3	Moyenn. du 11 au 20.	Cour, 4,625
3	753,99	+12,3		753,95	+14,4		753,66	+14,0		754,32	+10,5		+15,3	+ 6,0	Moyenn. du 21 au 30.	Terrasse, 3,790
	756,78	+12,3		756,44	+15,2		755,84	+15,1		756,18	+11,1		+16,0	+ 6,8	Moyennes du mois,	+ 11,4.

TABLE

DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

FIN DE LA TABLE DU TRENTE-QUATRIÈME VOLUME.



Gravé par Adam.

